

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра інженерної екології

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

К. К. Ткачук

(підпис)

“ ”

(ініціали, прізвище)

червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності: 6.040106 «Екологія та охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

на тему: АТ «Малинський каменедробильний завод» з модернізацією
системи очистки вихлопних газів автотранспортного комплексу

Виконала: студентка 4 курсу, групи ОЗ-52

Яретик Оксана Віталіївна

(підпис)

Керівник : доц. д. т. н. Тверда О. Я.

(підпис)

Консультант з економічної частини: доц., ас. Репін М. В.

(підпис)

Консультант з охорони праці: доцент, к.т.н. Козлов С.С.

(підпис)

Рецензент доцент, к.т.н., Козлов С.С.

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ОЗ-52.2403.74.19	Пояснювальна записка	72	

				ОЗ-52.2403.74.19		
	ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Яретик О. В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Тверда О. Я.				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. <u>ІЕЕ</u> Гр. <u>ОЗ-52</u>	
Н/контр.	Репін М.В.					
Зав.каф.	Ткачук К.К.					

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: АТ «Малинський каменедробильний завод» з модернізацією системи
очистки вихлопних газів автотранспортного комплексу

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра інженерної екології
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) 6.040106 «Екологія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ К. К.Ткачук _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Яретик Оксані Віталіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту АТ «Малинський каменедробильний завод» з модернізацією системи очистки вихлопних газів автотранспортного комплексу

керівник проекту доц. д. т. н. Тверда О. Я. ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22»травня 2019 р. №1329-с.

2. Строк подання студентом проекту до 13.06.2019.

3. Вихідні дані до проекту: схема підприємства, перелік ГДК, дані підприємства

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): проаналізувати підходи щодо очистки або попередження забруднення атмосферного повітря на підприємстві, проаналізувати сучасні методи очистки повітря, обрати найбільш ефективний метод та запропонувати модернізацію на підприємстві .

5. Перелік графічного матеріалу: Технологічна схема виробництва щебеню, Система селективної каталітичної нейтралізації SCR, Порівняння особливостей різних систем та методів нейтралізації шкідливих речовин вихлопних газів, Будова каталітичного нейтралізатора.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Репін М.В.		
Охорона праці	Козлов С.С.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Характеристика Малинського каменедробильного заводу та оцінка його впливу на довкілля	до 27.05.2019	
2	Аналіз сучасних підходів щодо мінімізації впливу автотранспортного комплексу АТ «Малинський каменедробильний завод»	до 31.05.2019	
3	Метод каталітичної нейтралізації очищення газових викидів	до 3.06.2019	
4	Еколого-економічний ефект від скорочення	до 7.06.2019	
5	Охорона праці	до 11.06.2019	

Студент

(підпис)

Яретик О. В.

Керівник проекту

(підпис)

Тверда О. Я.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки до дипломного проекту складає 72 сторінок. Кількість ілюстрацій – 11, кількість таблиць – 16, кількість додатків – 8, кількість джерел згідно з переліком посилань – 36.

Метою даної роботи є модернізація транспортного комплексу на ВАТ «Малинський каменедробильний завод». Для модернізації обрано встановлення трикомпонентного каталітичного нейтралізатора для зменшення викидів вихлопних газів у навколишнє середовище. Результати дослідження доводять, що екологічний ефект полягає у зменшенні шкідливих речовин у атмосферу з 28 318 кг/рік до 6753 кг/рік. А економічний ефект виражається у покращенні умов праці робітників, що заощаджує близько 350 тис. грн/рік.

Рекомендується встановити саме трикомпонентні каталітичні нейтралізатори з металевими стільниками під привильним кутом максимально близько до двигуна. Також використовувати якісне пальне. Це забезпечить максимальну (99%) нейтралізацію шкідливих речовин та довгий термін служби.

Перелік ключових слів: вихлопні гази, модернізація, нейтралізація, каталітичний нейтралізатор, еколого-економічний ефект.

					03-52.2403.74.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Яретик О. В.				РЕФЕРАТ			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Тверда О. Я.								6	86
Реценз.	Козлов С. С.							КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.	Репін М. В.									
Затверд.	Ткачук К. К.									

ABSTRACT

The volume of the diploma project`s explanatory note is 75 pages. The number of illustrations - 11, the number of tables - 16, the number of applications - 8, the number of sources according to the list of references - 41.

The purpose of this work is the modernization of the transport complex at OJSC Malinsky Stone-making Plant. For the modernization, the installation of a three-component catalytic converter was chosen to reduce emissions of exhaust gases into the environment. The results of the study prove that the ecological effect is to reduce the harmful substances into the atmosphere from 28 318 kg / year to 6753 kg / year. And the economic effect is expressed in improving the working conditions of workers, which saves about 350 thousand UAH / year.

It is recommended to install exactly three-component catalytic converters with metal cells at a gravity angle to the maximum as close to the engine. Also use high-quality fuel. This will ensure maximum (99%) neutralization of harmful substances and long service life.

Key words: exhaust gases, modernization, neutralization, catalytic converter, ecological and economic effect.

					03-52.2403.74.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Яретик О. В.						7	86
Перевір.	Тверда О. Я.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Реценз.	Козлов С. С.							
Н. Контр.	Репін М. В.							
Затверд.	Ткачук К. К.							

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛИНСЬКОГО КАМЕНЕДРОБИЛЬНОГО ЗАВОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ.....	12
1.1 Загальні відомості про Малинський каменедробильний завод.....	12
1.2 Кліматична характеристика регіону, де розміщений Малинський каменедробильний завод.....	16
1.3 Технологічна схема виробництва щебеню на Малинському каменедробильному заводі.....	17
1.4 Оцінка впливу діяльності Малинського каменедробильного заводу.....	20
Висновки до розділу 1.....	27
2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ВАТ «МАЛИНСЬКИЙ КАМЕНЕДРОБИЛЬНИЙ ЗАВОД».....	29
2.1 Методи зменшення впливу автотранспорту на навколишнє середовище, що застосовують на території України.....	30
2.2 Досвід зарубіжних країн у боротьбі з впливом вихлопних газів автотранспорту на довкілля.....	39
2.3 Обґрунтування вибору методу нейтралізації.....	41
Висновки до розділу 2.....	42
3 МЕТОД КАТАЛІТИЧНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ.....	43

					03-52.2403.74.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Яретик О. В.			ЗМІСТ		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Тевєрда О. Я.						8	86
Реценз.		Козлов С. С.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М. В.							
Затверд.		Ткачук К. К.							

3.1	Будова та встановлення каталітичного нейтралізатора.....	43
3.2	Принцип роботи каталітичних нейтралізаторів.....	46
3.3	Види каталітичного нейтралізатора.....	47
3.4	Обґрунтування переваг та недоліків каталітичного нейтралізатора.....	49
	Висновки до розділу 3.....	51
4	ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ	52
4.1	Екологічний ефект від встановлення каталітичних нейтралізаторів у випускnu систему двигуна автосамоскидів кар'єра.....	52
4.2	Економічний ефект від скорочення захворюваності населення завдяки зменшенню забруднення атмосферного повітря на кар'єрі.....	60
	Висновки до розділу 4.....	63
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	64
5.1	Шкідливі та небезпечні фактори на кар'єрі.....	64
5.2	Заходи безпеки під час вибухових робіт.....	65
5.3	Вимоги до освітлення кар'єрів.....	66
5.4	Пожежна безпека.....	67
5.5	План ліквідації аварії.....	67
5.6	Безпека при експлуатації транспорту.....	68
	Висновки до розділу 5.....	71
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	73
	ДОДАТОК А.....	84
	ДОДАТОК Б.....	85
	ДОДАТОК В.....	86

					03-52.2403.74.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яретик О. В.						
Перевір.		Тевєрда О. Я.						
Реценз.		Козлов С. С.						
Н. Контр.		Рєпін М. В.						
Затверд.		Ткачук К. К.						
					Літ.		Арк.	Акрушів
							9	86
					ЗМІСТ			
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВАТ – відкрите акціонерне товариство

МКДЗ – Малинський каменедробильний завод

КН – каталітичний нейтралізатор

СБШ – станок (верстат) буровий шарошечний

ПГ – прес гідравлічний

ДК – двигун компресорний

ВГ – вихлопні гази

ОГ – очищені гази

НС – навколишнє середовище

EGR – Exhaust Gas Recirculation – системи рециркуляції вихлопних газів

SCR – Selective Catalytic Reduction - система селективної каталітичної нейтралізації

РН – рідинний нейтралізатор

ТК – термічний каталізатор

ПН – полум'яна нейтралізація

ГРШ – ґрунтовий родючий шар

ДСТУ - Державні стандарти України

ЛЕП – лінія електропередач

ПБ – пожежна безпека

ККД – коефіцієнт корисної дії

					03-52.2403.74.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Яретик О. В.						
Перевір.		Тверда О. Я.					10	
Реценз.		Козлов С. С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М. В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

ВСТУП

Мета дослідження – модернізація транспортного комплексу на ВАТ «Малинський каменедробильний завод».

Задачі дослідження:

- провести аналіз впливу ВАТ Малинського каменедробильного заводу на довкілля;
- провести оцінку існуючих підходів знешкодження чи попередження шкідливих речовин вихідних газів автотранспорту;
- обґрунтувати вибір підходу щодо вирішення даної проблеми;
- розрахувати еколого-економічний ефект запропонованих впроваджень.

Зростаючі масштаби дії автомобільного транспорту на природну сферу висунули автомобільний транспорт у ряд найбільш екологічно небезпечних наслідків діяльності людини. Так і на Малинському каменедробильному заводі автосамоскиди викидають у атмосферне повітря тонни шкідливих речовин за рік, які впливають не лише на стан навколишнього середовища, а й на працездатність робітників. Аналіз сучасного стану та впливу на навколишнє середовище Малинського каменедробильного заводу показав, що завод потребує модернізації транспортного комплексу. У 2016 році було запропоновано замінити автотранспорт конвеєрами. Але цей підхід досить трудомісткий та дорогий, на час монтажу конвеєрів робота заводу буде вимушено призупинена або ускладнена, що додатково знизить дохід. У своїй роботі я пропоную залишити автотранспорт але модернізувати його таким чином, аби він виділяв якнайменше шкідливих речовин. Обраний підхід можна застосовувати і на інших підприємствах з автомобільним транспортом.

					03-52.2403.74.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Яретик О. В.			ВСТУП		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Тверда О. Я.						11	86
Реценз.		Козлов С. С.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М. В.							
Затверд.		Ткачук К.К.							

1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛИНСЬКОГО КАМЕНЕДРОБИЛЬНОГО ЗАВОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Загальні відомості про Малинський каменедробильний завод

Повна назва підприємства – Відкрите Акціонерне Товариство "Малинський Каменедробильний Завод". Місце знаходження – Україна, Житомирська обл., Малинський район Селищна Рада Гранітненська, Комплекс будівель і споруд №4.

Малинський каменедробильний завод у своєму розпорядженні має кар'єр площею 72 гектари, який складається з одного розкривного виступу і восьми виступів висотою від 12 - 15 метрів. Продукція заводу відправляється по залізничній колії Коростень-Київ на підприємства і будови міста Києва, інших регіонів України, а також за кордон [1].

Основні види діяльності Каменедробильного заводу:

- добування піску, гравію, глини і каоліну (основний);
- надання допоміжних послуг у сфері добування інших корисних копалин;
- виготовлення виробів із бетону для будівництва;

Обсяги виробництва та реалізації основних видів продукції, а саме каменю бутового за 2018 рік становило 2886,8 тис. т у натуральній формі та 77190,8 у грошовій. З кожним днем кількість новобудов зростає. Лише за минулий рік було виділено 42,5 млрд грн на дороги місцевого і державного значення України. З граніту виготовляють щебінь, що використовують для виготовлення бетону М-500, а порушений вивітрюванням для виготовлення бетону М-400 [2]. Основними споживачами продукції ВАТ «Малинський каменедробильний завод» є, в більшості випадків, будівельні підприємства, підприємства будівництва доріг та організації міста Києва, області.

					03-52.2403.74.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛИНСЬКОГО КАМЕНЕДРОБИЛЬНОГО ЗАВОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Яретик О. В.						
Перевір.		Тверда О. Я.					12	86
Реценз.		Козлов С. С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

У тому числі ВАТ «Завод залізо-бетонних конструкцій ім. Ковальської», «Завод ЗБК1», «Завод ЗБК-5», «Метробуд», Київський Облавтодор та інші [2].

Напрямки використання щебеню в залежності від фракційних розмірів наведено у табл. 1.1 [3].

Таблиця 1.1 – Напрямки використання щебеню

Продукція	Напрямки використання
Фракція 0,63...2,0 мм	посипка для руберойду
Фракції 1...3 мм, 2...5 мм	наповнювач у виробництві тротуарної плитки, наливної підлоги, асфальто-бетону, а також у фільтрах очисних споруд
Фракція 3...10 мм	наповнювач у виробництві бетону і асфальту для будівництва будівель і доріг
Фракції 4...8 мм, 8...11 мм	для верхнього шару покриття доріг, у виробництві залізобетонних конструкцій
Фракція 5...20 мм	для виробництва асфальтної і бетонної продукції, яка використовується для будівництва житлових та офісних комплексів, для будівництва і ремонту доріг з високоякісним покриттям
Щебінь середніх фракцій (20...70 мм)	для будівництва та ремонту доріг, залізничних полотен
Декоративний щебінь і пісок різних фракцій (5...10 мм, 0,5...5 мм, 0...2,5 мм) з мармуру	для мозаїчних і наливних підлог, декоративних штукатурок, ландшафтного дизайну, як карбонатний наповнювач у сухих будівельних сумішах, наповнювач у декоративних бетонах та «білому» асфальті
Бутовий камінь	для декоративного та ландшафтного будівництва, будівництва цоколів будинків, огорож, парпетів, підпірних стінок

Підприємство має тісні зв'язки з іншими підприємствами цієї галузі у інших регіонах України. Продукцію з маркою Малинського каменедробильного заводу знають за межами не одної лише України. Продукцію вітчизняного виробника високо цінують у країнах ближнього зарубіжжя, це Росія, Білорусь, країни Балтики, США. У таблиці 1.2 наведено показники експорту та імпорту будівельних матеріалів за 2016, 2017 та 2018 роки. Крім того, надходили прохання про співробітництво заради сумісного збагачення і від європейських капіталістичних країн. Щебінь займає другу позицію за обсягами експорту (табл. 1.2). За даними Державної служби статистики України виготовленням будівельних матеріалів на території України займається близько 9 тис. підприємств, основна частина яких зосереджена у Київській, Львівській, Харківській, Донецькій, Сумській та Житомирській областях [4].

Таблиця 1.2 – Експорт та імпорт будівельних матеріалів, тис. дол. [4]

Експортовані товари					Імпортовані товари				
Товар	Min / max	2016	2017	Січ.-лип. 2018	Товар	Min / max	2016	2017	Січ.- лип. 2018
Глини вогнетрив кі	max	170127,9	235990,2	1165170,0	Глини вогнетривкі	min	422,7	189,9	147,8
Абразивні матеріали	min	25,3	204,7	73,7	Абразивні матеріали	min	231,2	186,1	164,8
Вапняки	min	8,8	37,8	96,9	Вапняки	max	22992,7	49256,9	40918,6
Азбест	min	2,8	2,0	-	Цементи	max	23077,1	61716,5	25805,9
Панелі, пити, блоки	min	12,2	45,4	40,4	Панелі, плити, блоки	min	239,1	481,2	268,1
Галька, гравій, щебінь	max	39520,4	52110,2	31029,8	Брущатка	min	13,4	2,1	1,7
Вироби з асфальту	min	153,0	156,5	96,4	Шлаковата	max	19624,7	18121,6	24017,1

Але більшість українських виробництв у даній галузі характеризуються технічним та технологічним відставанням, що являє собою вузький асортимент та нижчу якість продукції, ніж в імпортерів. Важливими показниками у визначенні стану галузі є експорт та імпорт продукції, сальдо зовнішньої торгівлі та коефіцієнт покриття імпорту експортом. На діаграмі (рис. 1.1) наведена динаміка експортованих та імпортованих виробів з каменю, гіпсу та цементу [5].

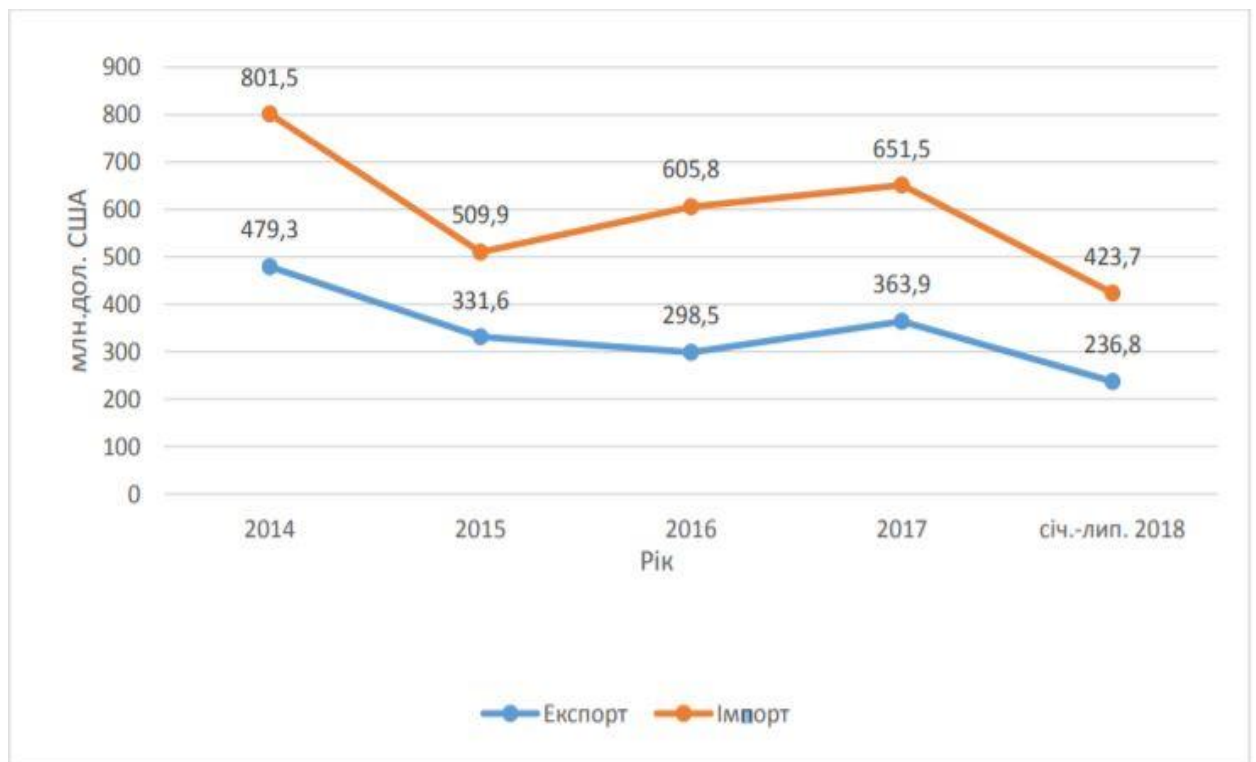


Рисунок 1.1 – Динаміка експорту та імпорту виробів з каменю, гіпсу, цементу за 2014-2018 рр. [5]

Дані показники свідчать про те, що з кожним роком кількість виробів з каменю, гіпсу та цементу, які імпортуються на територію України, збільшується з кожним роком. Але, можливість перекривати імпорт експортом у середньому становить 57 %. Це підтверджує те, що Україна є імпортозалежною у галузі будівельних матеріалів [6].

Підсумовуючі дослідження авторів[5, 6], необхідно збільшити обсяги та якість виробництва, усунувши такі проблеми:

- недостатня інформованість про стан будівельного ринку;
- недостатня кількість власних фінансових ресурсів у підприємств – виробників будівельних матеріалів, низька рентабельність підприємств;
- нестабільність економічної ситуації;
- висока витратомісткість продукції, фізичне та моральне зношення обладнання підприємств - виробників будівельної продукції.

1.2 Кліматична характеристика регіону, де розміщений Малинський каменедробильний завод

Пенизевицьке родовище граніту знаходиться в смт Гранітне Малинського району Житомирської області на однойменній терасі Правоберіжжя р. Ірма. Районний центр – місто Малин, з яким родовище зв'язане залізницею та шосейною дорогою, віддалений на південний-захід на 6 км, безпосередньо на родовищі від залізничної колії Київ-Ковель іде гілка широкої колії, на якій ідуть потяги з продукцією замовника. Рельєф місцевості рівнинний, помірно і слабо холмистий. Абсолютні відмітки поверхні родовища вимірюються від 134.0 м до 147.0 м та загальним наклоном до півночі - у сторону р. Ірма, що тече вздовж кордону родовища. Максимальні відмітки відносяться до вершин пісчаних холмів, що знаходяться на південь від родовища, мають форму дюн та валів субширотного простягання. Характерні низини схожі на тарілку, іноді заболочені. В цілому рельєф сьогодення повторює рельєф кристалічних порід. На багатьох піднятих участках знаходяться вивітряні граніти. Середньорічна температура повітря складає +6, +7 °С (мінімальна: -35 °С; максимальна: +38 °С). Розподіл середньої температури повітря та швидкості вітру по місяцях наведений у табл. 1.3 [7].

Таблиця 1.3 – Температура повітря та середня швидкість вітру по місяцях за багаторічний період [7]

№ з/п	Місяць	Середня температура, °С	Середня швидкість вітру, м/с
1	2	3	4
1	Січень	-6,0	4,0
2	Лютий	-4,6	3,7
3	Березень	+0,0	3,8
4	Квітень	+7,8	3,6
5	Травень	+14,2	3,0
6	Червень	+17,1	2,9
7	Липень	+18,1	2,9
8	Серпень	+17,4	2,9
9	Вересень	+12,9	3,2
10	Жовтень	+7,3	3,5
11	Листопад	+1,8	4,1
12	Грудень	-2,7	4,0

Клімат району помірно-континентальний. Район родовища сейсмічно безпечний, з добре розвиненою сіткою залізниць та шосейних доріг, місцевого, обласного, республіканського значення. Промислові підприємства зосереджені у м. Малині [7].

1.3 Технологічна схема виробництва щебеню на Малинському каменедробильному заводі

Родовище гранітів розкрито капітальними траншеями в південно-західній частині на горизонті +124,0 м, +112,0 м, +99,0 м, +85,5 м, +72,0 м, +58,5 м, для забезпечення транспортного зв'язку між робочими уступами та приймальними бункерами корпусів первинного дроблення технологічних ліній каменедробильного заводу. Прийнято поуступну систему розробки з паралельним переміщенням фронту робіт та зовнішнім відвалоутворенням.

Розвиток гірничих робіт планується по 1-6 уступах в південно - західному напрямку. Підготовка гірничих порід до вивозу з кар'єра відбувається за рахунок рихлення граніту, яке проводиться за допомогою вибухів спеціалізованою організацією “Укрвибухбуд” [8].

Для буріння свердловин застосовують станки 2СБШ-200, 4СБШ-200, СБШ-250, СБШ-320, а для підробки підшви – СБУ-100Г, для розробки негабариту – компресор ПГ-10, ПГ-12, ДК-9. Розміщення свердловин чотирирядне, розміщення серій свердловин залежить від висоти уступа, ситуації розміщення серії свердловин та застосування вибухових матеріалів. Дроблення негабариту проводиться згідно типового проекту.

Для проведення масового вибуху серії свердловин складається типова диспозиція встановленої форми. Габаритна гірнична маса транспортується в дробарний цех автомобілями БілАЗ- 7523, БілАЗ-548, а негабаритні блоки вивозяться на майданчики в кар'єрі і складаються в один ряд для повторного буріння та дроблення [9].

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

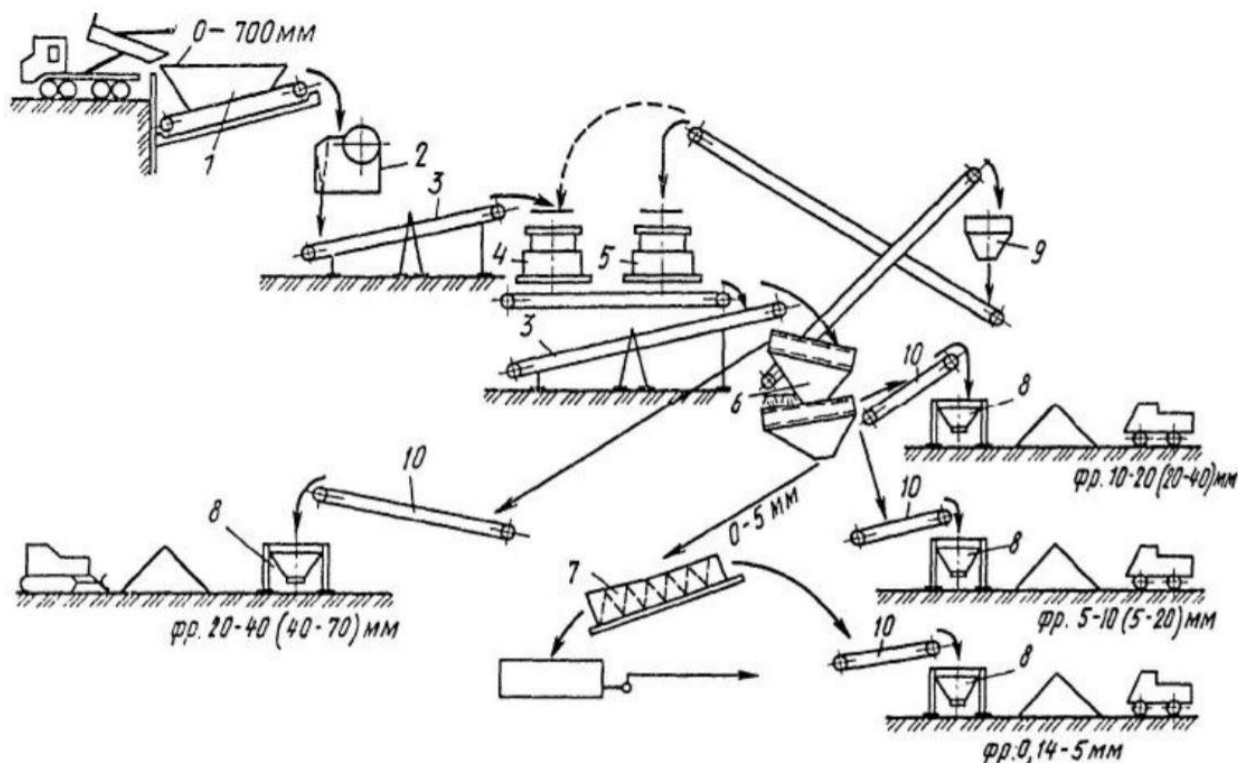
Після того, як гірнича маса забрана, проводиться зачистка забою і, при необхідності, утворюються пороги, які потім зрівнюються вибуховим методом. Некондинційні (вивітрені) граніти разом з розкривними породами вивозяться з кар'єру, а також використовуються для ремонту доріг [8].

При проведенні вибухових робіт в кар'єрі в вибухонебезпечній зоні виставляється охоронна зона з сигналістів. Проведення вибухових робіт проводиться тільки у світлий час доби, а буріння свердловин у дві зміни. Звукові сигнали при проведенні вибухових робіт подаються електросиреною, що знаходиться поза вибухонебезпечною зоною [9]. Після отримання гірської маси наступним етапом виробництва щебеню є її переробка, що включає такі стадії [10]:

- первинне подрібнення – у бункер живильника завантажується кам'яний бут, там здійснюється рівномірна подача гірської маси у дробарку для первинної обробки; отримуємо середнього розміру шматки;
- вторинне подрібнення – стрічковим транспортом подрібнений бут надходить у дробарку для подрібнення на шматки меншого розміру;
- сортування – подрібнену масу сортують на товарні фракції у грохоті.

Виносим стрічковим транспортом усі фракції щебеню складуються окремо. Розрихлена гірнича маса навантажується електричними екскаваторами ЕКГ-4,6 б (1шт.) та ЕКГ-5АУ (4 шт.) у автомобільний транспорт. Перевезення гірничої маси проводиться за допомогою автомобілів БілАЗ-7523 та БілАЗ-75485. Розкривні породи розробляються екскаватором Е-2503. Перевезення порід виконується бульдозерами ДЗ-110А у відвали, що розміщені на півночі від кар'єру на відстані в близько 1,5 км. Розміщення відвалів розкривних порід та некондиційного граніту в межах виробленого простору до повної розробки ділянки забороняється [10].

					03-52.2403.74.19	Арк
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 – підживлювач бункера; 2 – дробарка (великої фракції);
 3 – стрічкові конвеєри; 4,5 – дробарки (середньої та дрібної фракції);
 6 – сортувальники; 7 – агрегат для промиву; 8, 9 – бункерні склади;
 10 – конвеєр-укладальник

Рисунок 1.2 – Технологічна схема виробництва щебеню [10]

Зовнішні породи складаються ярусами до 10 м кожний. Між ярусами залишається берма до 10 м з кутом нахилу відвального уступу 34° . Ширина робочої поверхні 40 м. Перед початком відвалоутворення проводиться підготовка території з розчищенням від насаджень та зняттям шару землі. Для стічних вод, які потрапляють на поверхню відвалів, подається уклін в північному напрямку [10].

Рух автомобілів на дорогах кар'єру проводиться згідно Правил дорожнього руху по одній полосі автодороги з максимальною швидкістю 16 км/год, обгін однотипних транспортних засобів заборонено. Постійні дороги в межах капітальної траншеї мають асфальтове та щебеневе покриття.

Тимчасові та під'їзні дороги мають ґрунтове покриття і постійно профілюються бульдозерами. Нахил постійних автодоріг становить 0,06. Постійне утримання доріг в належному стані проводиться шляхом профілювання їх за допомогою бульдозерів. У весняно-осінній період велика кількість води відводиться з проїзної частини дороги. В літній період ведеться боротьба з пилоутворенням на дорогах за допомогою поливомийних машин ПМ-130 та АОП-35. У зимовий час дороги розчищаються від снігу за допомогою бульдозерів з подальшим їх посипанням за допомогою автомобіля КО-105 піском та відсівом чи спеціальним розчином.

Техніка, види робіт, що виконує та кількість дизельного пального, що використовується наведено у таблиці 1.4 [11].

Таблиця 1.4 – Автотранспорт МКД заводу [11].

№ з/п	Вид робіт	Техніка	Марка техніки
1	2	3	4
1	Зняття ГРШ	Бульдозер	ДЗ-110А
2		Екскаватор	Hyundai R-500 LC-7
3		Автосамоскид	КрАЗ 65032
4	Розкривні роботи	Екскаватор	Hyundai R500 LC-7
5		Автосамоскид	КамАЗ
6	Добувні роботи	Автосамоскиди	БелАЗ-75405, БелАЗ-7540В, БелАЗ-7547, Kobalt
7	Відвалоутворення	Бульдозер	Shantai SD23
8	Всього		

1.4 Оцінка впливу діяльності Малинського каменедробильного заводу

Відкрита розробка родовищ корисних копалин характеризується забрудненням атмосфери, літосфери, та гідросфери. На території Малинського кар'єра основним джерелом обводнення з поверхні є дощові води, що складають основну частку забруднень води. Вони і складають поверхневий

					03-52.2403.74.19	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стік. Крім того існує стік ґрунтової води до низини кар'єра. Вода, яка надходить у кар'єр спрямовується до зумпфа по схилу підшови кар'єра. З зумпфа вода викачується у відстійники де вона очищується від завислих частинок. Освітлена вода по нагірній канаві зливається у річку Ірша. Санепідемстанції та екологічні служби постійно контролюють якість води, що скидається [12].

Джерелом забруднення літосфери є відвали. А роботи по рекультивації, порушених гірничими роботами земель, включають в себе знімання родючого шару, складування його з наступною укладкою на ділянки рекультивації, що саме по собі зменшує навантаження на літосферу.

Вібрація – це коливальні процеси, що відбуваються в механічних системах. Причиною вібрації може стати нерівномірне зношування деталей, нерівновага, незбіг центра маси тіла з віссю обертання, тощо. Пружні елементи, які вводять в коливальну систему, можуть бути резиново-металічними, пружними. Параметри цих елементів розраховуються при проектуванні машин [13].

Однак відкрита розробка родовищ корисних копалин у першу чергу характеризується більш інтенсивним забрудненням атмосфери, ніж інших середовищ. Кількість газопилових забруднювачів, що надходять при відкритій розробці родовищ в атмосферу, залежить від багатьох чинників. Масові вибухи на кар'єрі супроводжуються особливо великими газопиловими викидами. Завдяки періодичності винятково-потужних викидів пилу в атмосферу в процесі вибуху, можна говорити про проведення подальших робіт на кар'єрі. Наприклад, під час вибуху середньої потужності, на кар'єрах у повітря одноразово викидається на значну висоту від 100 т до 200 т пилу [14].

Встановлено, що на деяких кар'єрах при масових вибухах у атмосферу надходить більше пилу ніж виділяється при різноманітних виробничих процесах, здійснюваних за двотижневий період часу між вибухами. При проведенні гірничих робіт, до повітряного середовища надходить значна кількість мінерального пилу в процесі машинного руйнування порід, під час

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

буріння свердловин, в процесі вибухової відбійки, при повторному подрібненні, різанні гірських порід. Бурові верстати на кар'єрі мають бути віднесені до практично безупинних та інтенсивних джерел пилоутворення.

Інтенсивність пиловиділення при перфораторному бурінні шпурів без проливки, здійснюваного в основному для повторного подрібнення негабаритів, складає до 190 м/с, з одного бурового станка. Навантаження сухої бурової маси екскаватором ЕКГ-5 супроводжується виділенням 500-600 мг/с пилу. Транспортування гірської маси в кар'єрі і на зовнішні відвали супроводжується пилоутворенням, найбільша інтенсивність якого спостерігається при використанні у якості транспортних засобів автосамоскидів [14].

Автомобільні дороги також є основними постійно діючими джерелами пилоутворення, особливо якщо їх покриття ґрунтове, щебінно-гравійне, тощо. У деяких кар'єрах на їх долю припадає до 70-80 % всього пилу, що утворюється. Значне пилоутворення має місце при розвантаженні самоскидів, подрібненні маси в дробарних установках, різноманітних подрібнювачах породи, при роботі на відвалах [14].

Автомобільний транспорт забруднює атмосферне повітря викидами газоподібних продуктів згоряння двигунів внутрішнього згоряння. На кар'єрі при автомобільному транспортуванні порід постійно в повітря викидаються вихлопні гази потужних дизельних двигунів. Частка викидів забруднюючих речовин, таких як тверді суспендовані частинки, метан, азот, у 2018 році склала 54,4 % від загального обсягу викидів Малинського району, що дорівнює 254,341 т, джерелом яких був ВАТ «МКДЗ» [15].

В таблицях 1.5 та 1.6 наведено викиди газоподібних речовин при виконанні вибухових робіт і викиди під час роботи автосамоскидів відповідно. Порівнюючи дані цих таблиць з таблицею 1.7, можна прийти до висновку, що під час роботи автосамоскидів у атмосферне повітря таких шкідливих речовин, як діоксид азоту NO_2 , вуглець С, монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_mH_n , викидається більше, ніж при проведенні вибухових робіт [16].

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 1.5– Викиди шкідливих речовин при виконанні вибухових робіт

D	Час роботи, год/рік	К-сть вибухів, раз/рік	Щільність газів, кг/м³		Питомі викиди, л/кг		Викиди газоподібних речовин				Викиди, прив. до 20 хв. інтерв.	
			CO	NO ₂	CO	NO ₂	CO*	NO ₂ *	CO	NO ₂	CO	NO ₂
			г/с		т/рік		г/с		т/рік		г/с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32900	3,5	20	1,25	2,05	13,0	3,3	891,0	370,9	11,2	4,7	0,74	0,31

* – залпові викиди

Таблиця 1.6 – Викиди шкідливих речовин при роботі автосамоскидів

№	Найменування речовин	Питомі викиди	Маса спож. палива за рік	К-ть роб. днів	Кількість змін	Трив. зміни	Обсяги викидів забр. речовин	Обсяги викидів забр. речовин
		(А), т/т	(М), т	(п _д), днів	(п _{зм}), зм.	(t _{зм}), год	(В), т/рік	(Q), г/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CO	0,1	165	251	2	8	16,5	1,14
2	C _m H _n	0,03	165	251	2	8	4,95	0,34
3	NO ₂	0,04	165	251	2	8	6,60	0,46
4	C	0,0155	165	251	2	8	2,56	0,18
5	SO ₂	0,02	165	251	2	8	3,30	0,23
6	Бенз(а)пірен	3,2E-07	165	251	2	8	0,00005	0,000003

Таблиця 1.7 – Сумарна к-ть викидів забруднюючих речовин на МКДЗ

№	Код речов.	Найменування речовини	ГДК м.р., ОБРВ*, мг/м³	Клас небезпеки	Потужність викиду	
					т/рік	г/с
1	2	3	4	5	6	7
1	301	Азоту діоксид	0,2	3	8,02	0,80
2	328	Сажа	0,15	3	3,11	0,31
3	330	Сірки діоксид	0,5	3	4,00	0,40
4	337	Вуглецю оксид	5,0	4	20,66	1,99
5	703	Бенз(а)пірен (мкг/100м³)	0,0001	1	0,00006	0,0000066
6	2754	Неметанові леткі органічні сполуки (C _m H _n)	1,0	4	6,00	0,59
7	2908	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70 – 20	0,3	3	10,06	0,88

Виходячи з вищенаведеного, основними шкідливими факторами на кар'єрі є, пил та отруйні гази. Пил може діяти на організм людини фіброгенно, токсично, подразнююче, алергічно, канцерогенно тощо. Фіброгенна дія пилу більш імовірна. Основними захворюваннями при цьому є пневмоконіози, пилові бронхіти, захворювання верхніх дихальних шляхів. Найпоширюваніший вид захворювання на кар'єрі – силікоз – найтяжча форма пневмоконіозу, спричинена пилом діоксиду кремнію. Патологічний розвиток хвороби досить повільний. Характерним для силікозу є його подальший розвиток за відсутності надходження пилу в організм людини. До отруйних газів, що найчастіше зустрічаються в кар'єрах, належать: оксид вуглецю, сполуки азоту, сірчаний ангідрид, сірководень, акролеїн, формальдегід [16].

Оксид вуглецю – газ без запаху і кольору. До організму людини потрапляє лише інгаляційним шляхом, при цьому в організмі утворюється карбоксигемоглобін, що спричиняє гіпоксію. Дія оксиду вуглецю може бути гострою і хронічною. Хронічна інтоксикація має дві стадії. Перша стадія – ангіодистонічний синдром, друга – енцефалопатія. Діоксид азоту має характерний запах, бурий колір і досить часто присутній в атмосфері кар'єру. Утворюється під час підривних робіт, роботи двигунів внутрішнього згоряння, тощо. Дія сполук азоту на організм інгаляційна. Закис азоту діє наркотично: оксид азоту вражає центральну нервову систему, викликаючи гіпотонію, діоксид азоту подразнює слизові об'єкти, в основному, дихальних шляхів. При хронічному враженні розвивається бронхіт, пневмосклероз, міокардит. Сірчаний ангідрид – газ без кольору з характерним запахом, здатний розчинятися у воді. Утворюється за наявності у складі руди або породи сірки при самоокисненні, підривних роботах, пожежі. Потрапляє до організму інгаляційним шляхом і викликає подразнення слизової оболонки очей, що призводить до загального отруєння. Сірководень – газ без кольору з характерним запахом, високотоксична отрута. Вражає центральну нервову систему, пригнічує і навіть блокує дихальну функцію. Хронічне отруєння призводить до астеновегетативного синдрому. Утворюється в кар'єрах за тих

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

умов, що і сірчаний ангідрид. Акролеїн – пара легколеткої рідини, без кольору, але з різким запахом. припаленого жиру, густина відносно повітря 1,19. Загальноотруйний: діє на слизову оболонку очей, викликає запаморочення, нудоту. Утворюється в кар’єрах при роботі двигунів внутрішнього згоряння. Формальдегід – газ без кольору з різким запахом. Діє на центральну нервову систему, слизову оболонку носоглотки, викликає тахікардію. Аби запобігти вищеперелічених дій отруйних газів на організм необхідно не допускати перевищення їх Гранично Допустимих Концентрацій (ГДК), що наведені у таблиці 1.8 [17].

Таблиця 1.8 –ГДК шкідливих газів [17]

ГАЗ	ГДК	
	по об’єму, %	мг/м³
NO ₂	0,00026	5
N ₂ O ₅	0,0001	-
Оксид вуглецю	0,0017	20
Сірководень	0,00071	10
Сірчаний ангідрид	0,00038	10
Акролеїн	0,000009	0,2
Формальдегід	0,00004	0,5

Пилогазовиділення в кар’єрах зменшують за допомогою організаційних, технологічних, інженерно-технічних заходів. До технологічних заходів слід віднести вибір оптимального режиму буріння та підривання. Інженерно-технічні заходи включають якісне розсіювання шкідливих виділень, пиловловлювання, пилоосадження, нейтралізацію отруйних газів. Вибір засобу пиловловлювання, який може бути сухим чи вологим, залежить від властивостей пилу, його цінності та бажаної міри очищення повітря. Як правило, очищення повітря, є багатоступеневим з використанням гравітаційного, інерційного, поглинаючого фільтраційного затримання

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

частинок пилю. Найчастіше в якості першого ступеня використовують циклон, а другого - тканинний фільтр. Найпоширенішим інженерно-технічним заходом, який зменшує виділення пилю під час виймально-навантажувальних робіт у кар'єрах, є зволоження порід у забоях. З цією метою використовують воду, за можливості ту, що відкачують у кар'єрах, бажано з добавками, які зменшують її в'язкість. За низької температури повітря доцільно використовувати розчини солей (наприклад, хлоридів). Для зволоження порід використовують гідромонітори [17].

На Малинському кар'єрі можна користуватися переважно мобільними гідромоніторами, що монтуються на автомобільній цистерні. Їх перевагою є відсутність спеціального водоводу. Рациональна далекобійність струменя має бути 50-70 м. Для зволоження одного забою влітку потрібно до 100 м³ води. Частота зволоження забою залежить від природної вологості гірської маси, температури, вологості та швидкості повітряних мас. Користування шляхами з покращеним покриттям різко зменшує здування пилю. Поверхню такого шляху потрібно регулярно очищати від просипів. Основним засобом боротьби з пилоутворенням на автошляхах є зв'язування пилю в поверхневому шарі за допомогою води з різними в'язучими домішками, сульфітно-спиртової барди, нафтопродуктів, лужного стоку виробництва капролактаму тощо. Для нанесення цих розчинів на поверхню автошляху використовують серійні або місцевого виготовлення поливні автомобілі [17].

У зниженні газовиділення при роботі дизельних двигунів важливе значення має якісне регулювання паливної системи при максимально можливій компресії. Для зменшення токсичності газів, що виділяються транспортними засобами застосовують нейтралізацію, використовуючи водяно-паливні емульсії (добавлення води до палива), присадки для палива та нейтралізатори. Останні найбільш розповсюджені, вони бувають рідинні, каталітичні, полуневі, термокatalітичні та комбіновані. Перспективним вважається пропускання вихлопних газів через породу в кузові автосамоскида, яка зволожується водою або нейтралізуючими розчинами. При цьому

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

затримується сажа і частково оксиди азоту. При роботі дробарок для боротьби з пилом використовують: зволоження гірської маси, аспіраційні укриття та водяні завіси. На перевантажувальних вузлах також використовують аспіраційні укриття з подальшою очисткою аспіраційного повітря, зволоження гірської маси і водяні завіси [18].

Заходи щодо зменшення пилоутворення при відвальних роботах, як правило, зводяться до зволоження гірської маси, а поверхню відвалів можна запрілювати пилов'язуючими розчинами, аналогічними тим, що використовуються для зволоження шляхів [18].

Висновки до розділу 1

1. Пенізевицьке родовище граніту має вигідне розміщення неподалік від залізничної дороги та розгалуженої мережі автошляхів, що надає зручне транспортне сполучення з нашою столицею, столицею Росії, Львовом, містом Білорусі – Брестом, а також країнами Центральної та Східної Європи. Обсяги виробництва та реалізації основних видів продукції, а саме каменю будового за 2018 рік становило 2886,8 тис. т у натуральній формі та 77190,8 у грошовій.

2. Середня швидкість вітру, яка варіюється від 2,9 до 4,1 м/с, доводить, що Пенізевицьке родовище має вдале розташування. Адже при такій швидкості вітру пил та шкідливі викиди не розносяться на великі відстані від заводу, що зменшує СЗЗ до 500 м.

3. Важливим етапом, як у технологічній схемі виробництва щебеню, так і у впливі на атмосферу, є процес транспортування гірської маси. Адже при роботі автосамоскидів у атмосферу викидається більше 50 % сумарних викидів забруднюючих речовин.

4. Аналіз показав, що основними шкідливими факторами на кар'єрі є, пил та отруйні гази, які викидаються у атмосферу під час транспортування гірничої маси. Під час роботи автосамоскидів у атмосферне повітря таких шкідливих речовин, як діоксид азоту NO_2 , вуглець С, монооксид вуглецю СО,

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

вуглеводні C_mH_n , викидається більше, ніж при проведенні вибухових робіт. У 2018 році обсяг шкідливих викидів (оксид вуглецю, сполуки азоту, сірчаний ангідрид, сірководень, формальдегід) від Малинського каменедробильного заводу склав 54,4 % від загальних викидів Малинського району, що дорівнює 254,341 т.

					03-52.2403.74.19	Арк
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ВАТ «МАЛИНСЬКИЙ КАМЕНЕДРОБИЛЬНИЙ ЗАВОД»

Найпершим та найпростішим заходом щодо зменшення токсичних речовин у вихлопних газах (ВГ) автомобіля є підтримка його у належному технічному стані. Адже стан авто, його вік та пробіг значно впливає на його роботу, витрату палива та склад ВГ. Так у таблиці 2.1 наведено основні несправності дизельних двигунів, що впливають на вміст токсичних компонентів, димність та витрати палива [19].

Таблиця 2.1 – Вплив несправностей дизельних двигунів на вміст токсичних компонентів, димність та витрату палива [19]

Несправність	Зміна змісту токсичних компонентів, %			Димність, %	Зміна витрат палива, %
	CO	CnHm	NOx		
Неправильно відрегульована паливна апаратура	+ від 5 до 20	+ від 5 до 25	-25	+ від 5 до 100	+ від 5 до 25
Порушення кута випередження упорскування	+ від 5 до 20	+ від 0 до 20	від - 100 до + 100	від -25 до +50	+ від 5 до 25
Знос двигуна	+50	+100	-25	+100	+15
Несправність форсунки	+ від 25 до 50	+ від 50 до 100	-25	-25	+ від 10 до 20
Підвищений опір впуску	+ від 50 до 100	+ від 50 до 100	-50	+100	+15
Підвищений опір руху	+ до 20	+ до 20	+ до 20	-	+ від 5 до 20

					03-52.2403.74.19								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Яретик О. В.			АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ВАТ «МАЛИНСЬКИЙ КАМЕНЕДРОБИЛЬНИЙ ЗАВОД»				Літ.		Арк.	Арк. унів	
Перевір.		Тверда О. Я.									29	86	
Реценз.		Козлов С. С.							КПІ ім. Ігоря Сікорського ,ІЕЕ				
Н. Контр.		Репін М. В.											
Затверд.		Ткачук К. К.											

Отже підтримка автомобіля з дизельним двигуном у належному технічному стані дає можливість зменшити вміст шкідливих речовин у ВГ до 50%, відчутно зменшити димність та зменшити витрату палива від 5 % до 25 %. Враховуючи те, що більшість авто вже мають значний пробіг, ефективність від підтримки належного стану авто буде ще більшою.

2.1 Методи зменшення впливу автотранспорту на навколишнє середовище, що застосовують на території України

Аналізуючи стан забруднення атмосфери кар'єрів, можна дійти висновку що на кар'єрах, з використанням автомобільного транспорту, концентрація шкідливих речовин, як правило, перевищує гранично допустимі норми. До основних систем кондиціонування повітря належать пристрої для його очищення, охолодження, підігрівання передачі та розподілення повітря на місцях. Можливе також зволоження повітря. Кондиціонери для кабін гірничо-транспортних машин принципово не відрізняються один від одного, але виготовляють їх з урахуванням конструктивних особливостей машин [18].

Автор [19] запропонував відмовитись від автотранспорту на кар'єрі, замінивши його на конвеєрний. З однієї сторони це вирішило б проблеми забруднення атмосферного повітря вихлопними газами. Але така модернізація потребує великих капіталовкладень. Під час монтажу конвеєра кар'єр буде простоювати, адже без транспортування подальша робота не можлива, що приведе до збитків. До того ж, використання саме автомобільного транспортування має свої переваги [19]:

- надійність, адже поломка декількох одиниць не зупиняє виробництва;
- гнучкість та маневреність;
- незалежна робота один від одного;
- автономність;

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

– не принципова вимогливість до плану і профілю автошляхів, як наслідок, скорочення відстані перевезень у 2 – 3 рази у порівнянні з залізничним транспортом;

– менше похилих траншей та гірничобудівельних робіт;

– роботу спрощує відсутність рейкових колій та контактної мережі.

Тому доцільно розглянути підхід щодо зменшення впливу вихлопних газів, не змінюючи методу транспортування. Найбільш ефективним напрямком зниження викидів є створення безвідходних технологічних процесів, що передбачають, наприклад, введення замкнених газових потоків, але до сьогодні основним видом попередження забруднень залишається розробка і введення ефективних систем очистки газів. При цьому під очисткою газу розуміють відділення від газу чи перетворення в неактивний стан забруднюючого компонента, що потрапляє з джерела забруднень [18].

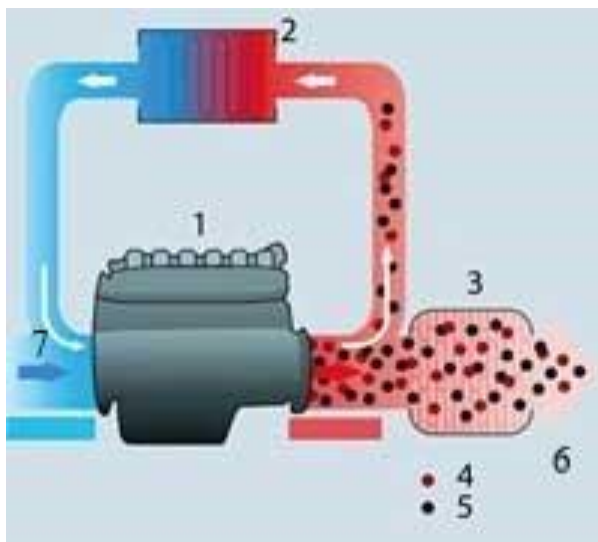
Для знешкодження вихідних газів саме від автотранспорту найефективнішими є методи нейтралізації: полум'яна, рідинна, плазменна каталітична та термокаталітична нейтралізіція.

Існує дві системи нейтралізації вихлопних газів [18]:

1. Exhaust Gas Recirculation (EGR) – системи рециркуляції вихлопних газів з використанням фільтру від сажі (рис. 2.1).

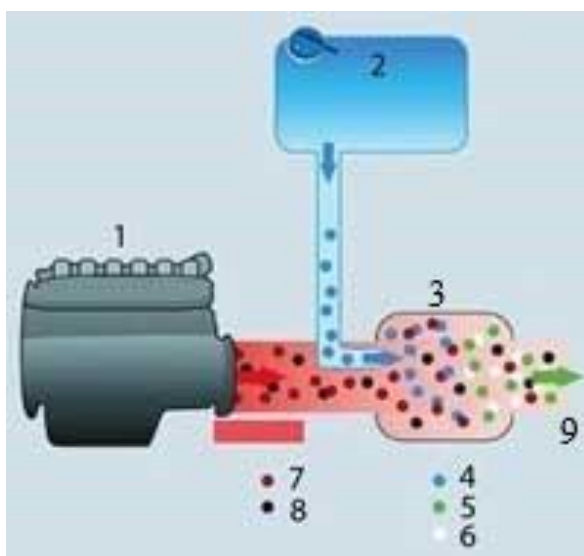
2. Selective Catalytic Reduction (SCR) – система селективної каталітичної нейтралізації (рис. 2.2).

На сьогоднішній день використовують обидві системи. З точки зору конструкції технологія EGR простіша, ніж SCR, чому завдячна і нижчій вартості. Також до переваг EGR можна віднести відсутність необхідності заправки реагентом. Але недоліків у цієї системи значно більше: менша продуктивність, для виконання вимог Euro 5 економічно недоцільно її використовувати, адже це призводить до підвищення теплового навантаження на двигун, а отже і деталі двигуна зношуються швидше.



1 – двигун; 2 – охолоджувач рециркулюючих відпрацьованих газів;
 3 – каталітичний нейтралізатор з фільтром твердих часток; 4 – окиси азоту NO_x ; 5 – тверді частинки; 6 – відпрацьовані гази;
 7 – повітря, що всмоктується

Рисунок 2.1 – Принцип роботи системи рециркуляції вихлопних газів EGR



1 – двигун з збільшеною ефективністю використання палива; 2 – бак з реагентом AdBlue; 3 – каталітичний нейтралізатор; 4 – реагент AdBlue;
 5 – азот N_2 ; 6 – вода H_2O ; 7 – окиси азоту NO_x ; 8 – згорівші тверді частинки;
 9 – відпрацьовані гази

Рисунок 2.2 – Принцип роботи системи селективного каталітичного відновлення SCR

Система охолодження починає працювати інтенсивніше, що призводить до підвищення витрати палива від 3 % до 6 %. Використання фільтру від сажі підвищує витрати на технічне обслуговування транспортного засобу. Пропускна здатність фільтру знижується, що призводить до підвищення можливості виходу автотранспорту з ладу. Ризик пошкодження каталізатора залежить від якості дизпалива, точніше від відсоткового вмісту сірки. Конденсат сірки, що утворюється при рециркуляції, засорює канали, знижуючи ефективність очистки [19].

Необхідним елементом, що забезпечує функціонування системи SCR (рис. 2.3) є реагент AdBlue, що являє собою 32,5 %-ий водний розчин сечовини. Ця рідина цілком безпечна, без запаху та кольору. Вона подається дозовано у потік стиснутого повітря, за допомогою якого цей розпилений розчин потрапляє у вихлопну трубу. Коли він контактує з гарячими газами – розкладається на аміак та двоокис вуглецю. Вільний аміак у каталітичному нейтралізаторі реагує з NO_x , в результаті чого утворюються безпечні водяна пара та азот.

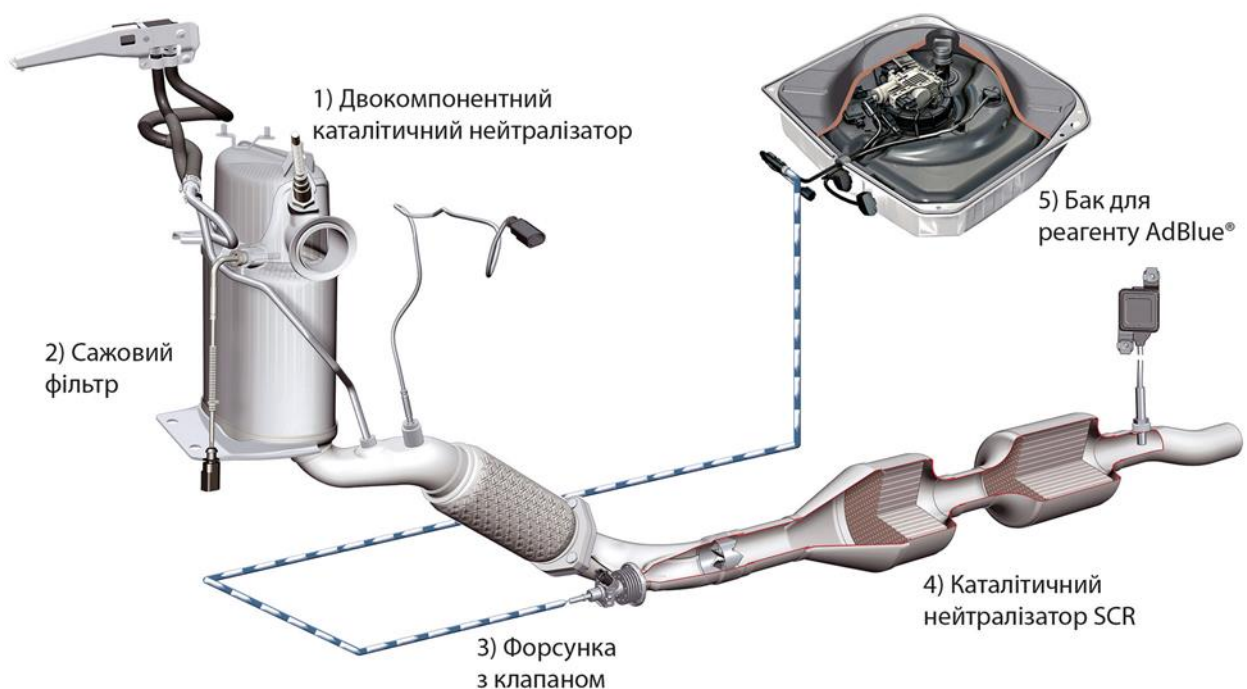
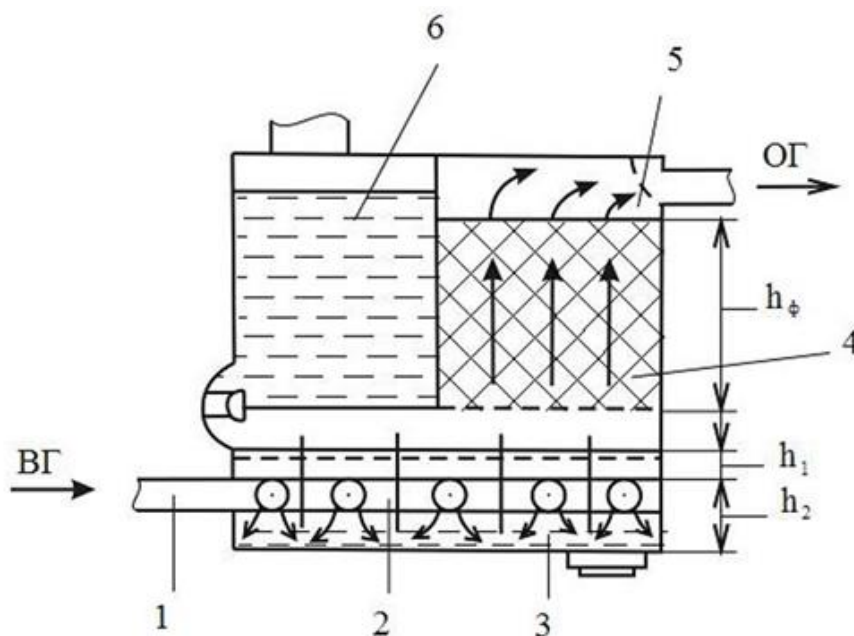


Рисунок 2.3 – Система селективної каталітичної нейтралізації SCR

На витрату AdBlue впливає вологість повітря: чим більша вологість, тим менше витрата. Також у спеку витрата буде більшою, ніж у прохолодну погоду. Звичайно, на витрати впливають також рельєф місцевості, загруженість та, навіть, манера водіння. Середня ж витрата «блакитної» рідини близько 6 % від використаного дизпалива. Таким чином 100 л баку з AdBlue досить на 5000 км дороги. Важливим є те, що мотори з системою SCR значно економніші. Наприклад, на далекобійних вантажівках витрата палива на 30 % нижча, це означає, що і вміст шкідливих речовин у вихлопних газах нижчий. Однак відсутність спеціальних автозаправок, на яких можна було б заправитись паливом AdBlue ускладнює його використання [19].

Рідинний нейтралізатор (РН). Принцип його дії базується на хімічній взаємодії або розчиненні токсичних компонентів відпрацьованих газів (ВГ) під час пропускання їх через рідину (воду, водний розчин двовуглекислої соди чи сульфату натрію). На рис. 2.4 показана схема рідинного нейтралізатора, що використовується з двотактним дизельним двигуном [19].



1 – впускна труба; 2 – колектор; 3 – робочий бак з рідиною; 4 – фільтр;
5 – сепаратор; 6 – додатковий бак

Рисунок 2.4 – Схема роботи рідинного нейтралізатора [19]

Через трубу 1 ВГ досягають нейтралізатора, потім через колектор 2 надходять у бак 3, в якому вступають у реакцію з робочою рідиною. Через фільтр 4 та сепаратор 5 очищені газы (ОГ) проходять перед тим, як викидаються у атмосферу. Додатковий бак 6 для зберігання рідини, яку доливають у робочий бак [20].

Перевагами є те, що, пропускаючи через воду відпрацьовані газы, ефективність очищення від сажі становить від 60 % до 80 %, поглинання альдегідів відбувається з ефективністю до 5 %, вміст бензопірену зменшується та послаблюється запах. Внаслідок рідинного очищення температура газів становить від 40 °С до 80 °С. Приблизно до такої ж позначки нагрівається і робоча рідина. Зниження температури пришвидшує очищення. РН після запуску холодного двигуна не вимагають часу на підготовку до робочого режиму. Недоліки [19,20]:

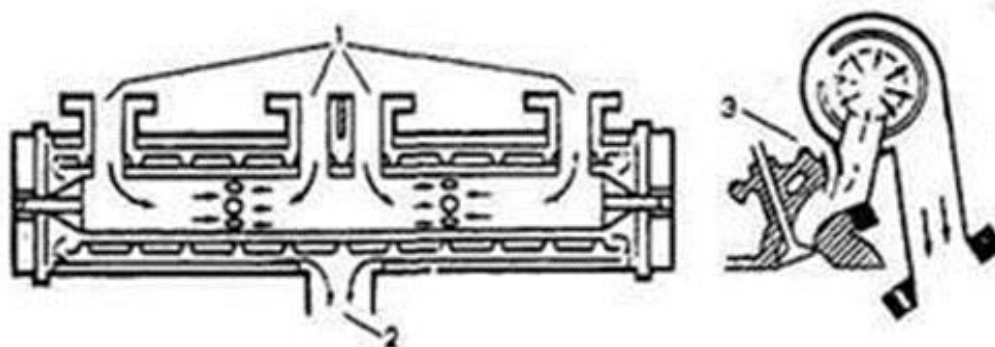
- ефективність нейтралізації NO₂ відносно мала (50 %);
- відсутність ефективності відносно CO;
- інтенсивно випаровується рідина;
- робочий розчин необхідно часто змінювати;
- надто великі габарити та маса (для дизельних автосамоскидів

МАЗ: висота дорівнює 532 мм, ширина – 605 мм, робочий бак на 55 л робочої рідини). Однак раціональним використанням рідинних нейтралізаторів буде комбінування їх з іншими, особливо якщо необхідно аби температура вихідних газів була низька [20].

Термічний каталізатор (ТК) – камера згоряння, що розташована у випускному тракті двигуна з метою допалювання продуктів неповного згорання палива (CO і CH). Його можна встановлювати на місці випускного трубопроводу, при цьому ТК буде виконувати його функції. При наявності у зоні реакції незв'язного кисню та температури, що перевищує позначку + 830 °С, реакції окиснення проходять достатньо швидко. Дані нейтралізатори застосовують на двигунах з примусовим займанням, в котрих необхідна температура забезпечується без подання додаткового палива. ТК складається

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

з корпусу з випускними патрубками, однієї або двох жарових труб-вставок з жароміцної сталі. Достатнє перемішування випускних газів з додатковим повітрям, що необхідне для окиснення CO та C_xH_y , досягається турбулізацією газів та інтенсивним вихроутворенням. Це здійснюється внаслідок перетікання газу через отвори в трубах та завдяки зміні напрямку руху системою перегородок. Прогрівання термічного нейтралізатора займає певний час після запуску двигуна. Пришвидшити цей процес можна збагаченням горючої суміші, що підвищить температуру випускних газів. Але це підвищує також і витрату палива. Термокаталітична нейтралізація розроблена достатньо добре. Завдяки їй можна досягнути високого ступеня очистки, особливо від окисів азоту. Те, що полум'яна нейтралізація (ПН) вимагає додаткових витрат палива, енергії на підтримку полум'я та подачу повітря – свідчить про неконкурентноспроможність даного методу. Також відзначається низькою ефективністю очистки вихлопних газів від C_xH_y , NO_x , CO та сажі, необхідністю системи автоматики та високою пожежебезпечністю [19]. Але головними недоліками є їх важкість, громоздкість та збільшення витрати палива на 15 % [20].



1 – випускні патрубки двигуна; 2 – вихід газів з нейтралізатора;
3 – підведення додаткового повітря

Рисунок 2.5 – Схематичне зображення термокаталітичного
нейтралізатора [20]

Система DRNR одночасно знешкоджує шкідливі окиси азоту і канцерогенні частки сажі. Головною частиною є мікроскопічний керамічний фільтр, який покритий шаром, що накопичує азот, та каталізатором з платини. Під час роботи двигуна на бідній суміші частки сажі окисляються завдяки атомарному кисню, що вивільнюється при з'єднанні NO та O₂ з вихлопних газів у процесі накопичення NO₂. У той час, коли комп'ютер збагачує суміш, ці частки окислюються киснем, що виникає при розкладенні накопичених окислів у безпечний азот. Використання цієї системи дозволяє знизити вміст сажі та NO_x на 80 %, в порівнянні з діючими нормами. Але недоліком є те, що використовувати її можливо лише для дизельних двигунів останнього покоління, які працюють на системі «Common Rail» [21].

Альтернативою може бути плазменний нейтралізатор. У США, Росії та Японії, проводять дослідження та виготовляють експериментальні зразки обладнання, що базуються на плазменних технологіях. Пропонують застосовувати низькотемпературну плазму, що складається з позитивно заряджених іонів та негативно заряджених електронів, які утворюються у спеціальних пристроях завдяки різним імпульсним високовольтним електричним розрядам (коронний, бар'єрний та інші), також з нейтральних атомів і молекул. Принципова схема одного з варіантів плазменного пристрою включає: вузол підводу відпрацьованого газу та масла, кварцеву скланну чи керамічну трубку, що використовується у якості діелектричного бар'єру, та два електроди – центральний та зовнішній, що представлені металевою сіткою з нержавіючої сталі. У розрядний пристрій подається струм від джерела, яке створює імпульс напруження. Бар'єрний заряд виникає при електричному напруженні від 0.5 до 35 кВт. Процес нейтралізації відбувається за рахунок направлення відпрацьованих вихлопів у плазмохімічний реактор, пройшовши попередньо процес сушіння у вологовідокремлювачі. У плазмохімічному реакторі додають масло. Під дією електричного струму у трубках частки сажі активно абсорбують масло на власній поверхні. В зв'язку з цим частки сажі знаходяться ніби у масляному коконі. Для того, щоб їх видалити

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

використовують масловідокремлювач. Сажа збирається у спеціальному контейнері, а масло, пройшовши додаткову очистку у фільтрі, продовжує циркуляцію замкненим контуром. Таким чином вдається досягнути поглинання часток сажі до 100 % у всьому діапазоні обертів дизеля. З масловідокремлювача деяку частку газів відпрацьованих можна направити у впускний колектор дизеля, забезпечивши рециркуляцію, що знижує вміст окисів азоту. Однак промисловий випуск плазмених нейтралізаторів буде розпочате лише після скорочення витрат потужності на електроживлення реактора[21].

Каталітичні методи очистки вихлопних газів базуються на хімічних перетвореннях токсичних компонентів в нетоксичні на поверхні каталізаторів[22]. Його розташовують на дні автомобіля, прямо за двигуном. Сполуки діють як каталізatori, оскільки вони викликають хімічну реакцію, але вони не змінюють своєї початкової форми. Каталітичні перетворювачі містять стільники (покриті дрібними порами) структурами, які покриті платиною, родієм або паладієм залежно від стадії каталізатора. Викиди відпрацьованих газів двигуна будуть проходити через покриті стільникові структури і реагувати з сполуками. Є два різних етапи каталізатора, у яких викиди проходять через: каталізатор відновлення і каталізатор окислення. Під час першої стадії каталізатора (каталізатора відновлення) оксиди азоту реагують зі структурою стільникового покриття, покритою платиною і родієм. Коли ці шкідливі оксиди азоту реагують зі сплавами, каталізatori видаляють молекулу азоту, утримують його і вивільняють молекули кисню. Потім, молекули азоту, що залишилися, з'єднуються з іншими молекулами азоту і виходять через вихлопну систему. На цій стадії шкідливі гази оксиду азоту перетворюються на нешкідливі гази кисню та азоту. Під час другої стадії каталізатора (каталізатора окислення) окислюються окис вуглецю і вуглеводні. Це означає, що молекули кисню будуть реагувати з монооксидами вуглецю і вуглеводнями. На цьому етапі дуже шкідливий оксид вуглецю та вуглеводневі гази перетворюються на менш шкідливі гази вуглекислого газу

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

та водні пари. Каталітичні перетворювачі також працюють з системою управління. Ця система контролю керує системою уприскування пального і контролює викиди, що виходять з двигуна, перш ніж вони ввійдуть в каталітичний нейтралізатор. Вона також містить датчик кисню, який визначає, скільки кисню надходить у вихлопну систему та гарантує, що у вихлопній системі достатньо кисню, який використовується каталітичним нейтралізатором на стадії каталізатора окислення [22]. Головний недолік каталітичного нейтралізатора полягає у тому, що стільники, обмежуючи вільний потік вихлопних газів, знижують загальну продуктивність двигуна. Однак тести показали, що модель старого зразка, наприклад, модель з керамічними стільниками, може призвести до зниження продуктивності лише на 3%, у той час, як сучасний нейтралізатор стільникового типу знизить продуктивність двигуна лише до 1% [23].

2.2 Досвід зарубіжних країн у боротьбі з впливом вихлопних газів автотранспорту на довкілля

Країни Європейського Союзу вирішили обмежити вплив автотранспорту введенням жорстких норм, що регулюють максимальну кількість забруднюючих речовин, яку можуть викидати у повітря транспортні засоби. Так у 1993 році вступив в силу перший європейський стандарт Euro-1. У країнах ЄС прийняли стандарт Euro-6 ще у 2015 році. Тоді коли українські депутати відстрочили дію стандарту Euro-6 до 2020 року [24].

На сьогоднішній день багато світових компаній працюють над розробкою систем нейтралізації шкідливих викидів. Спеціалісти Mercedes-Benz розробили систему BlueTec, яка являє собою оптимізований двигун, що має високу ступінь стиснення та підвищений тиск вприску палива. Це дає змогу збільшити піковий тиск згорання палива та знижує його витрату. Процес згорання палива даній системі оптимізований таким чином, що тверді частинки утворюються у мінімальній кількості. Вміст NOx у вихлопних газах

					03-52.2403.74.19	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такий самий, як при використанні рециркуляції відпрацьованих газів (2 % від дозволеного об'єму вимогами Euro 4), але твердих часток менше на 35 %, від дозволених нормами Euro 5. Недоліком є вага обладнання BlueTec, що коливається в діапазоні від 150 кг до 300 кг. Також необхідність частого заправляння рідиною (для вимог Euro 4 – 1,3 л/100 км, для Euro 5 – 1,7л/100 км) спричинює труднощі [24].

Компанія Bosh запропонувала нову систему фільтрації Denoxtronic2 Retrofit з сенсорним датчиком. Перша версія була представлена ще у 2004 р. Об'єднання даної дозованої системи з каталітичними конвертерами SCR дозволяє знизити викиди NO_x на 85 %. Таких результатів вдалось досягнути завдяки електронній подачі рідини AdBlue, що враховує такі ключові параметри, як робоча температура та кількість обертів мотора. Оптимізуючи роботу двигуна, система знижує викиди твердих часток на 40 %. Друге покоління Bosch Denoxtronic 2 зконструйовано простіше, збірних елементів менше, що спрощує його монтаж та обслуговування [24].

Ряд компаній ведуть розробки систем очистки відпрацьованих газів без використання AdBlue. Одна з них – американська компанія Eaton розробила технологію на основі SCR, у якій необхідний для технології очистки аміак отримують при розкладанні продуктів згорання у процесі випуску, діючи на них високими температурами. Система дорога, та призначена для встановлення на вантажівки та тягачі [25].

Вражаючого ефекту нейтралізації (95%) вдалось досягнути американській компанії Tenneco. У їх системі HC-LNC в якості реагенту замість розчину сечовини використовується біопаливо E-85, досліди також проводились з малосернистими дизельними паливами. Tenneco пропонує використовувати цю систему очистки у двигунах дорожньо - будівних машин та магістральних вантажівках [25].

Один зі світових лідерів у виготовленні систем очистки Emitec представила дві новітні розробки. Двостадійну модульну систему SCRi, що вирізняється компактністю і може знизити рівень викидів NO_x до

					03-52.2403.74.19	Арк 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,7 г / кВт. год. Та систему E-SCR, що призначена для муніципального та внутрішньовиробничого транспорту. В останній системі використано більш ефективний принцип процесу нейтралізації NO_x, досягнутий нагріванням AdBlue до високих температур. Представники Emitec стверджують, що саме вони здатні виконати вимоги Euro 6 [25].

2.3 Обґрунтування вибору методу нейтралізації

Проаналізувавши різні системи та методи нейтралізації шкідливих речовин вихлопних газів, було складено порівняльну таблицю їх особливостей. Орієнтуючись на таблицю 2.2, можна зробити висновок, що найраціональнішим вибором для очистки вихідних газів автосамоскидів на Малинському каменедробильному заводі буде встановлення каталітичного нейтралізатора .

Таблиця 2.2 – Порівняння особливостей різних систем та методів нейтралізації шкідливих речовин вихлопних газів

Особливості		Каталітичний	Термічний нейтралізатор	Рідинний	EGR	SCR
Ефективність очищення від	NO ₂	70 - 99 %	0%	50 - 70 %	50%	80 - 100 %
	C _x H _{2x}	55 - 98%	50	0%	0%	50 - 90 %
	CO	60 - 100%	50 - 60 %	0%	0%	50 - 90 %
	сажі	45 - 100 %	0 - 50 %	60 % - 80 %	додатковим фільтром на 10 %	30 - 50 %
Витрата палива		не впливає	збільш на 15 %	не змінюється	збільшується на 3 - 6 %	зменш на 3 - 30 %
Витрати на тех. обл.		не змінюються	не змінюються	збільшуються	збільшуються	збільшуються
Потреба у викор. дод. реагентів		ні	ні	так	ні	AdBlue
Можливість встановити на кар'єрні самоскиди		так	можливо	так	ні	ні
Вплив Т°С чи вологості НС на еф-сть роботи машини		ні	пожежо-небезпечний	менша Т - інтенсивніше очищення: розчин може замерзати	ні	більша вологість - менше витрата; вище Т - більша витрата; замерзає при - 11,5°С
Складність конструкції		проста для диз. двигунів	займає багато місця в моторному відсіку	великі габарити	простіша за SCR	складніша за EGR

Висновки до розділу 2

1. Підтримка автомобіля з дизельним двигуном у належному технічному стані дає можливість зменшити вміст шкідливих речовин у ВГ до 50%, та зменшити витрату палива від 5 % до 25 %, за знизити рівень димності.

2. Проаналізувавши зарубіжний досвід у боротьбі з токсичністю вихлопних газів, можна зробити висновок, що такі світові виробники як Tenneco, Bosch, Mercedes-Benz, Renault та інші, активно розробляють системи нейтралізації і фільтрації токсичних речовин та впроваджують у серійне виробництво автомобілей задля досягнення вимог Euro-6.

3. Аналіз показав, що найбільш раціональним методом нейтралізації вихідних газів автосамоскидів на Малинському каменедробильному заводі буде встановлення каталітичного нейтралізатора, що дасть змогу знизити рівень C_xH_y , NO_x , CO та сажі до 100 %.

					03-52.2403.74.19	Арк
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 МЕТОД КАТАЛІТИЧНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ

Каталітичний нейтралізатор (КН) представляє собою пристрій, що знижує рівень забруднюючих речовин у вихлопних газах від двигуна внутрішнього згорання, тим самим зменшує вплив на навколишнє середовище. Окисно-відновні реакції – головний принцип роботи КН. Зазвичай їх використовують для двигунів, що працюють на дизельному або бензиновому пальному [26].

3.1 Будова та встановлення каталітичного нейтралізатора

Корпус (рис. 3.1) КН виконан з нержавіючої сталі, у якому розташоване «серце нейтралізатора» - керамічні або металві стільники (також можуть бути виконані у вигляді керамічних кульок або металевих хвилястих прутів). Зазвичай з квадратним, але можуть бути і з 5-ти чи 6-ти кутним перерізом. Така будова необхідна аби збільшити площу поверхні (до розмірів футбольного поля), що контактує з газом. Поверхня цих стільників покрита тонким шаром сплавом дорогоцінних металів. Саме завдяки цим металам каталізатор і виконує свою роботу. Вони і визначають його вартість [27]. Термостійка прокладка розташовується між металевим корпусом та керамічними стільниками (рис. 3.1) для захисту кераміки від вібрації та надмірного нагріву від впускних газів. Матеріали прошарку (рис. 3.1) обираються так, аби утворювати грубу шороховату поверхню, що значно збільшує площу поверхні порівняно з гладкою поверхнею оголеної кераміки (або гладкого металу) [26].

					03-52.2403.74.19						
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МЕТОД КАТАЛІТИЧНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Яретик О. В.									
Перевір.		Репін М. В.								52	86
Реценз.		Козлов С. С.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М. В.									
Затверд.		Ткачук К. К.									

Це в свою чергу максимізує каталітично активну поверхню, доступну для реагування з вихлопом двигуна.

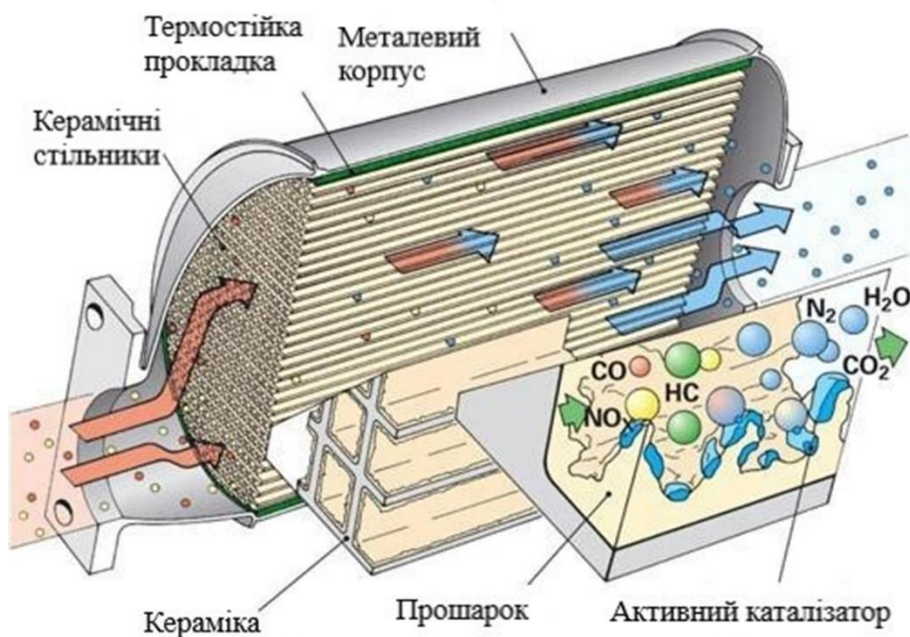


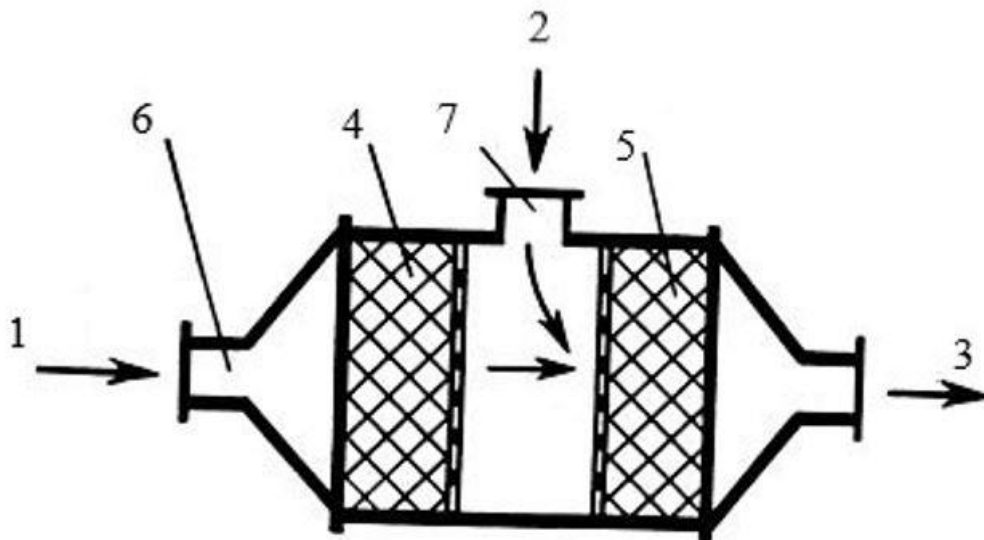
Рисунок 3.1 – Будова каталітичного нейтралізатора [26]

Шороховатість повинна запобігати спіканню каталітичних частинок металу, навіть, при високих температурах (до 1000 ° С).

Каталітичні нейтралізатори потребують температури від 270 °С до 450 °С для ефективного перетворення шкідливих вихлопних газів в інертні гази, такі як вуглекислий газ і водяна пара. Тому перші каталітичні перетворювачі були розміщені близько до двигуна, щоб забезпечити швидке нагрівання. Однак таке розміщення може викликати кілька проблем. Однією з них є спікання та прогорання стільників, унаслідок чого система виходить з ладу. Як альтернатива, каталітичні перетворювачі були переміщені на третину шляху назад від двигуна, а потім були поміщені під автомобіль [27].

Двоступеневий КН (рис. 3.2) складається з послідовно з'єднаних відновлювального 4 та окислювального 5 каталізаторів. Відпрацьовані гази 1 через патрубок 6 потрапляють до відновлювального каталізатора 4, на якому відбувається нейтралізація оксидів азоту. Після цього до відпрацьованих для

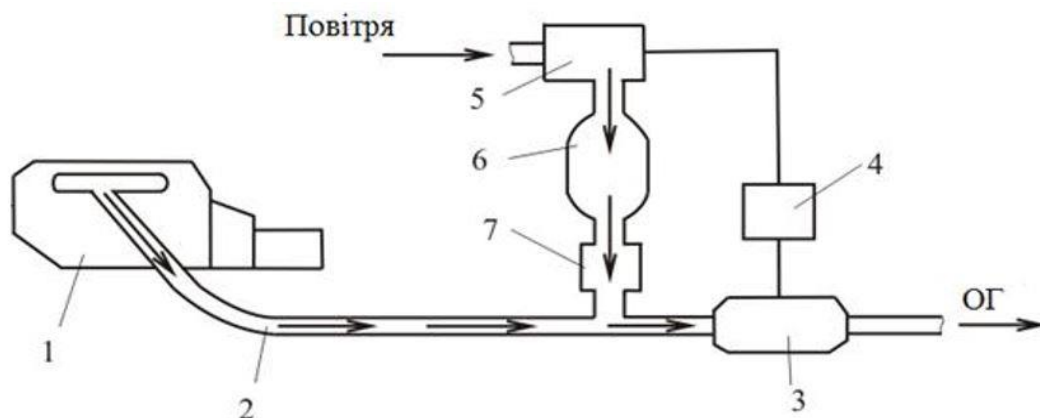
отримання окислювального середовища через патрубок 7 підводиться вторинне повітря 2 [28]. На окислювальному каталізаторі відбувається нейтралізація продуктів неповного згоряння – оксиду вуглецю та вуглеводню.



1 – відпрацьовані гази; 2 – вторинне повітря; 3 – очищені гази;
4 – відновлювальний каталізатор; 5 – окислювальний каталізатор;
6, 7 - патрубок

Рисунок 3.2 – Принципова схема будови двоступеневого [28]

Встановлення каталітичного нейтралізатора відбувається за схемою, що наведена на рис. 3.3. З двигуна 1 відпрацьовані гази потрапляють через випускную трубу 2 та каталітичний нейтралізатор 3 вже очищеними у атмосферу. У КН, що встановлюють до двигунів працюючих на бензині також є електронний блок 4, який необхідний для підтримання потрібної температури. Блок регулює подачу повітря через ресивер 6 та зворотній клапан 7 клапаном 5. У системах нейтралізації, що встановлюють до двигунів з примусовим займанням, встановлюють пристрій, який підводить додаткове повітря, що становить близько 25 % витрат повітря двигуном. Додаткове повітря підводиться у впускний патрубок. Відпрацьовані гази проходять через монолітні стільники і при температурі від 270 °С до 450 °С відбувається нейтралізація [29].



1 – двигун; 2 – випускна труба; 3 – каталітичний нейтралізатор;
 4 – електронний блок; 5 – регулювальний клапан; 6 – ресивер;
 7 – зворотній клапан

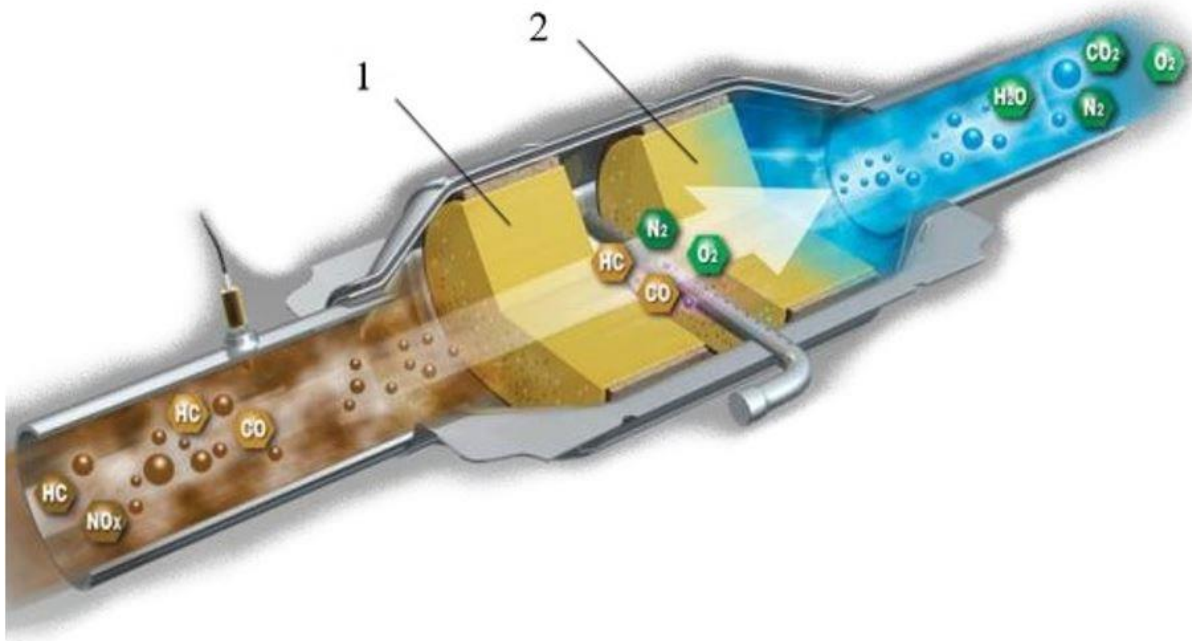
Рисунок 3.3 – Схема встановлення каталітичного нейтралізатора

Отже схема встановлення КН достатньо проста, особливо якщо мова йдеться про встановлення його до двигуна внутрішнього згорання, який працює на дизельному пальному.

3.2 Принцип роботи каталітичних нейтралізаторів

Першою стадією у процесі нейтралізації є відновлення, під час якого зменшуються викиди NO_2 . У ній бере участь відновлювальний каталізатор 1 (рис 3.4) з покриттям із родію та платини. При контакті молекули NO або NO_2 з даним сплавом, атом азоту відривається від молекули і притягується до поверхні нейтралізатора, звільняючи при цьому кисень O_2 . Атоми азоту зв'язуються між собою, утворюючи молекулу N_2 [30].

Друга стадія – окислення. Під час неї зменшуються вуглеводні та монооксид вуглецю шляхом спалювання (окислення) їх над платиново-паладієвим окислювальним каталізатором 2 (рис. 3.4), який сприяє реакції CO і вуглеводнів з залишковим киснем, утворюючи вуглекислий газ CO_2 та молекули води у вигляді пари [30].



1 – відновлювальний каталізатор; 2 – окислювальний каталізатор

Рисунок 3.4 – Окисно-відновлювальні реакції у каталітичному нейтралізаторі [30]

Як бачимо, обидві стадії відіграють важливу роль у нейтралізації шкідливих речовин вихлопних газів і відбуваються одночасно за 0,01 с.

3.3 Види каталітичного нейтралізатора

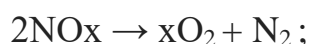
Двокомпонентний (окислювальний) каталітичний нейтралізатор діє одночасно на два компоненти [30]:

- окислює монооксид вуглецю до діоксиду вуглецю: $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$;
- окислює вуглеводні (незгорілого і частково спаленого пального) до діоксиду вуглецю та води: $\text{C}_x\text{H}_{2x} + 2 + [(3x + 1) / 2] \text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + (x + 1) \text{H}_2\text{O}$ (реакція згоряння).

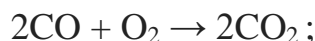
Цей тип КН широко використовується на дизельних двигунах для зменшення викидів вуглеводнів і окису вуглецю. Через неможливість контролювати оксиди азоту, вони були замінені трикомпонентними перетворювачами [30].

Починаючи з 1981 року, у системах контролю викидів у Сполучених Штатах і Канаді були використані каталітичні нейтралізатори «три шляхи» (окислення-відновлення); багато інших країн пізніше також прийняли суворі норми щодо викидів транспортними засобами. Каталізатори відновлення і окислення зазвичай містяться в загальному корпусі, однак у деяких випадках вони можуть розміщуватися окремо. Трикомпонентний КН одночасно виконує дію на три компоненти [30]:

- перетворює оксиди азоту на азот і кисень:



- окислює монооксид вуглецю до діоксиду вуглецю:



- окислює незгорілі вуглеводні (НС) до діоксиду вуглецю та води:



Трикомпонентні каталізатори є ефективними, коли двигун працює у вузькому діапазоні співвідношення паливо-повітряної суміші. При використанні зі збідненим паливом виникає надлишок кисню, а зменшення рівня NO_x не відбувається. У випадку із занадто збагаченим паливом надлишкове пальне споживає увесь доступний кисень перед каталізатором, тому для окислювальної функції доступний лише накопичений кисень. Трикомпонентний каталізатор може зберігати кисень з потоку відпрацьованих газів, як правило, коли співвідношення повітря-пальне збіднене. Коли недостатньо кисню, накопичений кисень вивільнюється і споживається з потоку відпрацьованих газів [30].

Покриття є носієм для каталітичних матеріалів і використовується для диспергування матеріалів на великій площі поверхні. Можна використовувати оксид алюмінію, діоксид титану, діоксид кремнію або суміш діоксиду кремнію та оксиду алюмінію. Сам каталізатор найчастіше є дорогоцінними метали.

Платина є найбільш активним каталізатором і широко використовується, але не підходить у чистому вигляді для усіх випадків через

					03-52.2403.74.19	Арк
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небажані додаткові реакції і високу вартість. Паладій і родій – два інших використовуваних дорогоцінних металів. У якості каталізатора відновлення використовують родій, як каталізатор окислення використовують паладій, а платину використовують як для відновлення, так і для окислення. Також використовуються церій, залізо, марганець і нікель, хоча кожен має свої обмеження. Нікель не є законним для використання в Європейському Союзі (через його реакцію з монооксидом вуглецю та утворення тетракарбоніл нікелю). Мідь можна використовувати скрізь, крім Північної Америки, де її використання є незаконним через утворення діоксиду [31].

Різні сплави покриття стільниць можуть коригувати деякі побічні ефекти. Наприклад, коли бажано контролювати викиди сірководню, до сплаву додають нікель або марганець. Обидві речовини блокують поглинання сірки стільниками. Сірководень утворюється, коли стільники адсорбують сірку під час низькотемпературної частини робочого циклу, яка потім вивільнюється під час високотемпературної частини циклу. Звісно, краще використовувати малосірчисте пальне, це забезпечить і довшу роботу нейтралізатора [31].

3.4 Обґрунтування переваг та недоліків каталітичного нейтралізатора

Загалом каталітичні нейтралізатори майже не впливають на потужність двигуна (зниження від 1 % до 3 % вважаємо не суттєвим), при правильному підборі та встановленні не підвищують витрату пального, при цьому достатньо ефективно знижують токсичність вихлопних газів (від 75 % до 99 %). Також беззаперечною перевагою є те, що дорогоцінні метали виступають лише каталізаторами реакції, не беручи участі безпосередньо у ній. Отже теоретично можуть служити нескінченно довго. Однак є аспекти, що зменшують їх термін служби [31].

До зовнішніх таких факторів належить те, що каталізатори з керамічними стільниками чутливі до ударів. Вони можуть тріснути або

					03-52.2403.74.19	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розкришитись внаслідок зіткнення днища автомобіля з будь-якою непоміченою перешкодою [31].

До внутрішніх впливів можна віднести чутливість каталітичних нейтралізаторів до пального. На термін служби впливає якість пального та його склад. Найбільш помітним забруднювачем є свинець, тому транспортні засоби, обладнані каталітичними нейтралізаторами, можуть працювати лише на неетильованому пальному. Адже тетраетил свинець, який знаходиться у етилованому бензині, має тенденцію відкладатись на стільниках, закопчуючи їх, внаслідок чого активний метал не має контакту з вихлопними газами і реакція не відбувається. До того ж отвори стають меншими, що зменшує і потужність двигуна. Так само діє і масло у вихлопі. Також поширеними «отрутами» КН є сірковмісне пальне, марганець (зачасту міститься у бензинових присадках) і силікон. Фосфор є іншим забруднювачем каталізатора. Хоча фосфор більше не використовується у бензині, він (і цинк, інший забруднювач каталізатора низького рівня) до недавнього часу широко застосовувався в моторних маслах протизношувальних добавок, таких як дитіофосфат цинку (ZDDP). В залежності від забруднюючих речовин, усунення таких відкладень можна досягти шляхом запуску двигуна з великим навантаженням на тривалий час. Підвищення температури вихлопу іноді може розріджувати забруднення, витягаючи його з каталітичної поверхні. Однак видалення відкладень свинцю таким чином зазвичай неможливо через його високу температуру кипіння [30].

Також необхідно розглянути вплив на навколишнє середовище. Хоча каталітичні нейтралізатори ефективні при видаленні вуглеводнів та інших шкідливих викидів, але вони не зменшують викиди двоокису вуглецю CO_2 , що виникає при спалюванні пального. Саме вуглекислий газ є одним з парникових газів, який Міжурядова група з питань зміни клімату визначила як найбільш імовірну причину глобального потепління. Але Агенство охорони навколишнього середовища заявило, що викиди автомобілей являються значною і зростаючою причиною глобального потепління саме через викиди

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

оксиду азоту (I) N_2O (впливає у 300 разів більше) ніж вуглекислого газу. Тому застосування каталітичного нейтралізатора визнано доцільним, незважаючи на підвищення викидів двоокису вуглецю [31].

Висновки до розділу 3

1. Аналіз будови каталітичного нейтралізатору показав, що його ефективність при дуже малому часі контакту вихлопних газів з активною поверхнею (0,01 с) досягається її великою площею (що дорівнює площі футбольного поля) завдяки особливості стільникової будови.

2. Проаналізувавши принцип роботи, стало відомо, що нейтралізація відбувається на молекулярному рівні. За долю секунди відбувається процес відновлення, під час якого родієво-платинове покриття, контактуючи з молекулами NO або NO_2 притягує до себе атом азоту, відриваючи його від молекули, звільняє при цьому кисень O_2 . У той же час відбувається і друга стадія – окиснення, під час якої платиново-паладієве покриття, контактуючи з C_xH_{2x} та CO з залишковим киснем O_2 , допалює її, утворюючи вуглекислий газ CO та молекули води у вигляді пари.

3. Взваживши переваги та недоліки стало ясно, що найраціональнішим вибором буде встановлення трикомпонентного каталітичного нейтралізвтора з металевими стільниками, що забезпечить очищення від усіх трьох компонентів (C_xH_{2x} , NO_x , CO) та сійкість до механічних пошкоджень, у порівнянні з керамічними. Адже ступінь очистки варіюється від 75 % до 99 % при малому часі контакту активного металу з відпрацьованими газами (0,01 с). При цьому зниження потужності відбувається лише на 1 % . Але необхідно контролювати якість палива, що дасть можливість продовжити термін експлуатації не лише нейтралізатора, а також інших елементів автомобілів. Що, у свою чергу, підвищить продуктивність нейтралізації майже до 100 % та зекономить на техобслуговуванні та ремонті авто.

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

Вплив на атмосферне повітря планованої діяльності з видобування корисної копалини на кар'єрі виникає за рахунок викидів забруднюючих речовин від роботи кар'єрної техніки та викиди пилу при виконанні технологічних процесів. Викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря від автосамоскидів відбуваються[32]:

- при знятті ГРШ (КрАЗ 65032);
 - при проведенні виймально-навантажувальних тобто видобувних робіт (БелАЗ-75405, БелАЗ-7540В, БелАЗ-7547, Kobalt) ;
 - при транспортуванні розкривних порід та корисної копалини (КамАЗ);
- При роботі кар'єрної техніки та автомобільного обладнання, що працює на дизельному паливі в атмосферне повітря надходять: оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні граничні, діоксид сірки, сажа та бенз(а)пірен [32].

4.1 Екологічний ефект від встановлення каталітичних нейтралізаторів у випускnu систему двигуна автосамоскидів кар'єра

Визначення витрати палива та кількості токсичних газів, що виділяються в атмосферне повітря внаслідок роботи двигунів внутрішнього згорання автосамоскидів при транспортуванні ГРШ

Транспортування ГРШ у місця тимчасового складування здійснюється автосамоскидом КрАЗ. Індивідуальна норма витрати палива для автосамоскидів КрАЗ становить 39,0 л/100 км. Відстань транспортування становить до 1,0 км [32].

					03-52.2403.74.19						
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Яретик О. В.			ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Репін М. В.								52	86
Реценз.		Козлов С. С.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М. В.									
Затверд.		Ткачук К. К.									

Обсяг спожитого палива автосамоскидами розраховується за формулою [32] та становить:

$$M_i = \frac{G_n K_k}{100} n_{зм.} k_m, \text{ кг/добу}, \quad (1)$$

де $G_n = 35,0 \text{ л/100 км}$ – індивідуальна норма витрати пального при номінальній потужності двигуна;

$n_{зм} = 1 \text{ зм}$ – кількість змін за добу;

$k_m = 0,85 \text{ кг/л}$ – коефіцієнт переведення з об'ємних одиниць у вагові;

K_k – кількість кілометрів, що проїжджає автосамоскид за зміну, що розраховується за формулою та становить:

$$K_k = N_{зм} L, \text{ км}, \quad (2)$$

де $L = 2,0 \text{ км}$ – довжина відкатки;

$N_{зм}$ – кількість рейсів за зміну, що розраховується за формулою та становить:

$$N_{зм} = \frac{Q_{вироб}}{V_k}, \quad (3)$$

де $Q_{вироб} = 200 \text{ м}^3 / \text{зм.}$ – змінна продуктивність при перевезенні ГРШ автосамоскидами на відстань $1,0 \text{ км}$;

$V_k = 10,5 \text{ м}^3$ – геометричний об'єм кузова автосамоскида;

$$N_{зм} = 200 / 10,5 = 19 \text{ рейсів}$$

Приймається 19 рейсів за зміну.

					03-52.2403.74.19	Арк
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = 19 \cdot 2,0 = 38 \text{ км/зміну.}$$

Відповідно до формули 1 обсяг спожитого палива автосамоскидами КрАЗ становить:

$$M_{\text{КрАЗ}} = \frac{35 \cdot 38}{100} \cdot 1 \cdot 0,85 = 11,0 \text{ кг/добу.}$$

Для транспортування ГРШ в об'ємі – 4 000,0 м³ буде необхідно 20 змін. Річні витрати палива автосамоскиду розраховуються за формулою [36] та становлять:

$$M_{\text{КрАЗ}}^{\text{рік}} = M_{\text{КрАЗ}} \cdot n_{\text{д}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot 10^{-3}, \text{ т,} \quad (4)$$

де $n_{\text{д}} = 20$ днів – кількість робочих днів;

$n_{\text{зм}} = 1$ зміна – кількість змін на добу.

$$M_{\text{КрАЗ}}^{\text{рік}} = 11 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,22 \text{ т}$$

Кількість викидів шкідливих речовин в повітря від працюючих двигунів внутрішнього згорання автосамоскидів під час транспортування ГРШ розраховується за формулами 5 і 6 [32].

Валовий викид i -ї шкідливої речовини в атмосферне повітря, що надходить за рахунок працюючого двигуна бульдозера розраховується за формулою та становить:

$$B_i = M_i A_i, \text{ т/рік} \quad (5)$$

де A_i – питомі викиди i -ї забруднюючої речовини бульдозером, т/т;

M_i – обсяги спожитого палива, т/рік.

					03-52.2403.74.19	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимально разовий викид і-ї шкідливої речовини в повітря за рахунок працюючих двигунів розраховується за формулою та становить:

$$Q_i = B_i \cdot 10^6 \cdot n_d \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot 3600, \text{ г/с} \quad (6)$$

де $n_d = 20$ днів – кількість робочих днів на рік;

$n_{зм} = 1$ – кількість змін на добу;

$t_{зм} = 8$ год – тривалість зміни

Результати розрахунку наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Викиди токсичних газів під час транспортування ГРШ

№	Найменування речовин	Питомі викиди	Маса спож. палива за рік	К-ть роб. днів	Кількість змін	Трив. зміни	Обсяги викидів забрудн. речовин	Обсяги викидів забрудн. речовин
		(А), т/т	(М), т	(n_d), днів	($n_{зм}$), зм.	($t_{зм}$), год	(В), т/рік	(Q), г/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CO	0,1	0,22	20	1	8	0,022	0,04
2	C _m H _n	0,03	0,22	20	1	8	0,005	0,01
3	NO ₂	0,04	0,22	20	1	8	0,01	0,015

Розрахунок витрати палива та викидів, що надходять в атмосферне повітря при транспортуванні розкритих порід автосамоскидами.

Транспортування розкритих порід у зовнішній відвал здійснюється автосамоскидами КамАЗ вантажопідйомністю 15,0 т. Індивідуальна норма витрати палива для автосамоскидів КамАЗ становить 25,0 л/100 км. Відстань транспортування становить до 1,0 км [32].

Обсяг спожитого палива автосамоскидами розраховується за формулою 1 та становить:

при $G_H = 25,0$ л/100 км – індивідуальна норма витрати пального при номінальній потужності двигуна;

$n_{зм} = 1$ зм – кількість змін за добу;

$k_m = 0,85$ кг/л – коефіцієнт переведення з об'ємних одиниць у вагові;

K_k – кількість кілометрів, що проїжджає автосамоскид за зміну, що розраховується за формулою 1.18 та становить:

при $L = 2,0$ км – довжина відкатки;

$N_{зм}$ – кількість рейсів за зміну, що розраховується за формулою 3 та становить:

при $Q_{вироб} = 319$ м³/зм – змінна продуктивність при перевезенні розкривних порід автосамоскидами на відстань 1,0 км;

$V_k = 12$ м³ – геометричний об'єм кузова автосамоскиду;

$$N_{зм} = \frac{319}{12} = 27 \text{ рейсів.}$$

Приймається 27 рейсів за зміну.

$$K = 27 \cdot 2,0 = 54 \text{ км/зміну.}$$

Відповідно до формули 1 обсяг спожитого палива автосамоскидами КамАЗ становить:

$$M_{\text{КамАЗ}} = \frac{25 \cdot 54}{100} \cdot 1 \cdot 0,85 = 11,5 \text{ кг/добу.}$$

Річні витрати палива автосамоскиду розраховуються за формулою 4 та становлять [32]:

при $n_d = 251$ день – кількість робочих днів;

$n_{зм} = 1$ зміна – кількість змін на добу.

$$M_{\text{КрАЗ}}^{\text{рік}} = 11,5 \cdot 251 \cdot 10^{-3} = 3,0 \text{ т}$$

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Кількість викидів шкідливих речовин в повітря від працюючих двигунів внутрішнього згорання автосамоскидів під час транспортування розкривних порід розраховується за формулами 5 та 6. Результати розрахунку наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Викиди токсичних газів під час транспортування розкривних порід

№	Найменування речовин	Питомі викиди	Маса спож. палива за рік	К-ть роб. днів	Кількість змін	Трив. зміни	Обсяги викидів забрудн. речовин	Обсяги викидів забрудн. речовин
		(А), т/т	(М), т	(п _д), днів	(п _{зм}), зм.	(t _{зм}), год	(В), т/рік	(Q), г/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CO	0,1	3,0	251	1	8	0,30	0,04
2	C _m H _n	0,03	3,0	251	1	8	0,09	0,012
3	NO ₂	0,04	3,0	251	1	8	0,12	0,017

Розрахунок витрати палива та викидів, що надходять в атмосферне повітря при транспортуванні корисної копалини автосамоскидами.

Навантаження корисної копалини здійснюється у автосамоскиди БелАЗ-75405, БелАЗ-7540В, БелАЗ-7547 та Kobalt вантажопідйомністю 30 т та 45 т, з подальшим транспортуванням до ДСЗ. Відстань транспортування становить 2,0 км. Видобувні роботи проводяться протягом 251 дня, в дві зміни по 8 год при 5-ти денному робочому тижні.

Автосамоскиди, що задіяні у транспортуванні корисної копалини мають ідентичні технічні характеристики, тому для розрахунку приймаємо характеристики автосамоскиду БелАЗ-7540 за аналог. Індивідуальна норма витрати палива для автосамоскидів БелАЗ-7540 становить 115,0 л/100 км. Обсяг спожитого палива автосамоскидами розраховується за формулою 1 та становить [32]:

при $G_n = 115,0$ л/100 км – індивідуальна норма витрати пального при номінальній потужності двигуна;

$n_{зм} = 2$ зм – кількість змін за добу;

$k_m = 0,85 \text{ кг/л}$, – коефіцієнт переведення з об’ємних одиниць у вагові;

K_k – кількість кілометрів, що проїжджає автосамоскид за зміну, що розраховується за формулою 2 та становить:

При $L = 4,0 \text{ км}$ – довжина відкатки;

$N_{зм}$ – кількість ходок за зміну, що розраховується за формулою 3 та становить:

при $Q_{вироб} = 1255,0 \text{ м}^3/\text{зм}$ – змінна продуктивність автосамоскидів при перевезенні корисної копалини;

$V_k = 15,0 \text{ м}^3$ – геометричний об’єм кузова автосамоскида;

$$N_{зм} = \frac{1255}{15} = 84 \text{ рейси}$$

Приймається 84 рейси за зміну.

$$K = 84 \cdot 4 = 336,0 \text{ км/зміну.}$$

Відповідно до формули 1 обсяг спожитого палива автосамоскидом БелАЗ 7540 становить:

$$M_{\text{БелАЗ-7540}} = \frac{115 \cdot 336}{100} \cdot 2 \cdot 0,85 = 657 \text{ кг/добу}$$

Режим роботи кар’єру по добувним роботам сезонний. Кількість робочих днів на рік складає – 251 день.

Річні витрати палива розраховуються за формулою 4 та становлять:

$$M_{\text{річ}} = 657 \cdot 251 \cdot 10^{-3} = 165,0 \text{ т/рік.}$$

Кількість викидів шкідливих речовин, що надходять в повітря за рахунок

					03-52.2403.74.19	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працюючого двигуна автосамоскида при транспортуванні корисної копалини розраховується за формулами 5 та 6. Результати розрахунку наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Викиди токсичних газів при роботі автосамоскидів на видобувних роботах

№	Найменування речовин	Питомі викиди	Маса спож. палива за рік	К-ть роб. днів	Кількість змін	Трив. зміни	Обсяги викидів забр. речовин	Обсяги викидів забр. речовин
		(А), т/т	(М), т	(п _д), днів	(п _{зм}), зм.	(t _{зм}), год	(В), т/рік	(Q), г/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CO	0,1	165	251	2	8	16,5	1,14
2	C _m H _n	0,03	165	251	2	8	4,95	0,34
3	NO ₂	0,04	165	251	2	8	6,60	0,46
4	C	0,0155	165	251	2	8	2,56	0,18

Отже загальні витрати палива на роботу автосамоскидів за рік становлять:

$$M_{\text{заг}} = 0,22 + 3 + 165 = 168,22 \text{ т/рік} = 218 \text{ 751, 63 л}$$

Для розрахунку обсягів викидів забруднюючих речовин після встановлення трикомпонентного каталітичного нейтралізатора врахуємо середнє значення можливої ефективності НК, а саме 84,5 % для NO₂ , 77 % для C_xH_{2x} та 72,5 % для CO. Отримані наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Отримані дані розрахунку викидів шкідливих речовин

Назва речовини	При транспортуванні ґрунтового шару		При транспорт. розкривних робіт		На видобувних роботах		Усього викидів	
	Обсяги викидів забр. речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Без встановлення КН, кг/рік	У разі встановлення КН, кг/рік
CO	22	6,05	30	8,25	16500	4 537,50	16 552	4 551,30
C _x H _y	5	1,15	90	20,7	4950	1 138,50	5 045	1 160,35
NO _x	1	0,155	120	18,6	6600	1 023	6 721	1 041,76
усього шкідливих речовин							28 318	6 753,41

4.2 Економічний ефект від скорочення захворюваності населення завдяки зменшенню забруднення атмосферного повітря на кар'єрі

Обґрунтування та оцінка природоохоронних заходів є основою економічного методу управління охороною навколишнього природного середовища. Економічні результати передбачають скорочення збитків, що завдаються природі, економію витрати природних ресурсів, зниження забруднення навколишнього середовища, підвищення працездатності людей. Оскільки у 2016 році податок за викиди від пересувних джерел у атмосферне повітря відмінили, залишається розрахувати соціальну ефективність впровадження каталітичних нейтралізаторів. Соціальними результатами природоохоронних заходів є скорочення захворюваності людей, зростання тривалості їхнього життя, умови життєдіяльності нинішнього та майбутніх поколінь, що в свою чергу покращує продуктивність праці на підприємстві за рахунок зменшення витрат на лікарняні, на додаткові відпустки (за роботу зі шкідливими і важкими умовами праці), зменшення соціальних виплат [33]. Дані, що необхідні для розрахунків наведені у таблиці 4.5 за 2018 рік [33].

Таблиця 4.5 – Дані за 2018 рік про Малинський каменедобильний завод

кількість чистої продукції	загалом за рік	3241,9 тис. т
	на одну людини в день	88,8 т на 1чол/день
кількість осіб, що взяли лік. арк.		29 чол.
середньорічний час хвороби	до пров. прир. охор. заходів	27 днів
	після пров. прир. охор. заходів.	11 днів
кількість хворих людей протягом року		64 чол.
сер. розмір виплати по непрац. на 1 день хвороби		292 грн
сер. витрати в сфері охор. здор. на лікув. за 1 день	в стаціонарі	362 грн
	в амбулаторії	222 грн
кількість хворих, що лікувалися впродовж року	в стаціонарі	9 чол.
	в амбулаторії	55 чол.
середня кількість днів хвороби одного	в стаціонарі	35 днів
	в амбулаторії	19 днів

1. Запобігання втрат чистої продукції за час хвороби трудящих, зайнятих у матеріальному виробництві [34]:

$$E_{\text{чп}} = Ч \times Б (P_2 - P_1), \quad (1)$$

$$E_{\text{чп}} = 88,80 \times 29 (27 - 11), = 20\,606,24 \text{ т}$$

де $Ч$ – середній розмір чистої продукції на 1 чол./ день;

$Б$ – кількість трудящих, що взяли лікарняні аркуші;

P_1, P_2 – середньорічний час хвороби до і після проведення природоохоронних заходів.

1. Скорочення суми виплат з фондів соціального страхування за період тимчасової чи постійної непрацездатності людям, що занедужали в умовах забруднення навколишнього середовища [34]:

$$E_c = B_n \times B_n (P_2 - P_1), \quad (2)$$

$$E_c = 64 \times 292 (27 - 11) = 19\,712 \text{ грн}$$

де B_n – кількість хворих людей протягом року, чол.

B_n – середній розмір виплати по непрацездатності на 1 день хвороби, грн.

2. Скорочення витрат у сфері охорони здоров'я на лікування трудящих від хвороб, викликаних забрудненням навколишнього середовища[34]:

$$E_{o.z.} = (B_a \times B_a \times D_a) + (B_c \times B_c \times D_c), \quad (3)$$

$$E_{o.z.} = (362 \times 9 \times 35) + (222 \times 55 \times 19) = 346\,020 \text{ грн}$$

де B_a, B_c – середні витрати в сфері охорони здоров'я на лікування протягом 1 дня хворого в стаціонарі чи амбулаторії, грн;

B_a, B_c – кількість хворих, що лікувалися впродовж року, чол.;

D_a, D_c – середня кількість днів хвороби одного хворого в тих самих умовах.

					03-52.2403.74.19	Арк
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 4

1. За один рік на Малинському каменедробильному заводі на роботу автосамоскидів витрачається 168,22 тон диз.палива, що = 218 751, 63 л. Під час роботи дизельних автосамоскидів у повітря викидається 28 318 кг шкідливих речовин, з яких CO становить 16 552 кг, C_xH_y – 5 045 кг, а NO_x = 6 721 кг. Але, враховуючи лише середні значення можливої ефективності від встановлення КН ці показники можна зменшити до 4 551,3 кг, 1 16035 кг та 1 041,76 кг відповідно.

2. Розраховано ефект від запобігання втрат чистої продукції за час хвороби працюючих, зайнятих у матеріальному виробництві, який становить 20 606,24 тон.

3. Розраховано ефект від скорочення суми виплат з фондів соціального страхування за період тимчасової чи постійної непрацездатності людям, що занедужали в умовах забруднення навколишнього природного середовища, який = 19 712 грн.

4. Розраховано ефект від скорочення витрат у сфері охорони здоров'я на лікування працюючих від хвороб, викликаних забрудненням навколишнього природного середовища, що = 346 020 грн.

					03-52.2403.74.19	Арк
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі безпечні умови праці відповідно до вимог Закону України "Про охорону праці" [35].

5.1 Шкідливі та небезпечні фактори на кар'єрі

На Малинському кар'єрі технологічний процес видобутку корисних копалин та їх переробка пов'язана з наявністю небезпечних і шкідливих факторів та їх вагомістю. Небезпечним є фактор, що може призвести до швидкого чи миттєвого погіршення здоров'я або смертельного випадку, а шкідливий – до професійного захворювання. Умови праці (за ДСТУ) – це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці [35].

За природою дії небезпечні та шкідливі фактори поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. До фізичних шкідливих та небезпечних факторів відносяться: метеорологічні параметри повітря, світлотехнічні показники освітлення, шум, вібрація, іонізуюче випромінювання, електромагнітні хвилі, розміщення робочих місць на глибині тощо. Хімічні шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються [40]:

- за характером дії на організм: токсичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, фіброгенні, мутагенні, та ті, що впливають на репродуктивну функцію;
- за способом проникнення до організму: через дихальні шляхи, кишково - шлунковий тракт, шкіру. Фізичні перевантаження можуть бути

					03-52.2403.74.19				
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div>ОХОРОНА ПРАЦІ</div>				
Розроб.		Яретик О. В.							
Перевір.		Козлов С. С.							
Реценз.		Козлов С. С.							
Н. Контр.		Репін М. В.							
Затверд.		Ткачук К. К.			<div>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ</div>				
					Літ.	Арк.	Аркушів		
						64	86		

статичні і динамічні, а нервово-психічні – розумові перенапруги, монотонність праці, емоціональні перевантаження. Параметри шкідливого виробничого фактору не повинні перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це така концентрація, яка при щоденній роботі (крім вихідних), протягом восьми годин , або за іншої тривалості зміни, але не більше 40 годин на тиждень протягом усього робочого стажу, не призведе до захворювання або відхилення у стані здоров'я, які можливо встановити сучасними методами досліджень, а також не матиме впливу на майбутнє покоління [35].

5.2 Заходи безпеки під час вибухових робіт

Вибухи на кар'єрі проводяться відповідно з паспортом. З ним ознайомлюється весь персонал, що веде вибухові роботи. Паспорт вибуху уточнюється і затверджується вибуховою організацією, що веде вибухові рботи. Одним з головних методів безпеки є встановлення вибухобезпечної зони виходячи з [36]:

- викидві кусків породи;
- дія вибуху у вигляді ударної хвилі;
- розповсюдження ядовитих газів.

Ця зона чітко визначається на місцевості знаками з написом «Вибухонебезпечна зона». Перед вибухом на кордоні вибухонебезпечної зони виставляють пости з охорони, з числа добрепроінструкованих працівників. Проведення вибухових робіт проводиться тільки у світлий час доби, а буріння свердловин у дві зміни. Звукові сигнали при проведенні вибухових робіт подаються електросиреною, що знаходиться поза вибухонебезпечною зоною. Пости обов'язково виставляють у містах, де є доступ проїзду транспорта і проходу людей. Пости виставляють до застережного сигнала, а знімаються після сигнала «Відбій». Перед доставкою вибухової речовини на блок, що повинен підірватися, оконтурюється прапором недозволена зона, ширина якої

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

повинна бути не менше 20 м від крайніх скважин. Заборонена зона розповсюджується як на денний горизонт, так і на суміжний. В середині забороненої зони дозволяється пересування транспорту лише по встановленим трасам і лише на суміжних горизонтах. Допуск працівників до місця вибуху проводиться лише керівником вибухових робіт [36].

Ще одним запобіжним заходом під час виконання вибухових робіт є роботи пов'язані з розчищенням контуру скважини від шматків породи, ще перед зарядженням скважини, для запобігання її випадкового попадання у скважину під час зарядки. Для зменшення пилоутворення використовують додаткове зволоження породи, та обирають оптимальний режим закладання вибухової речовини і використання нових сумішей з меншим викидом газів в атмосферу кар'єра. Масові вибухи на кар'єрі супроводжуються особливо великими газопиловими викидами. Наприклад, при середніх за розмірами вибухах, на кар'єрах в повітря одноразово викидається на значну висоту до 100-200 тон пилу [36].

5.3 Вимоги до освітлення кар'єрів

При якісному освітленні підвищується продуктивність праці, зменшується небезпека, з'являється позитивна психо-фізична дія на працездатність і активність людини. Тривалість роботи на кар'єрі пов'язана з природнім освітленням, тривалість якого влітку складає від 12 год до 16 год, а у зимовий період скорочується до 4-5 годин на день. При недостатньому освітленні у похмуру погоду, при значній запиленості повітря необхідно використовувати штучне освітлення кар'єра. У практиці відкритих гірничих робіт використовують системи загального, штучного, місцевого і комбінованого освітлення. Найчастіше на кар'єрах використовують штучне комбіноване освітлення – загальне освітлення території ведення робіт і місцеве освітлення окремих робочих місць. Освітлювальні установки на кар'єрі поділяються на: світильники – для освітлення близько розміщених

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

предметів, прожектори — для освітлення віддалених територій в радіусі 200 м і більше. Для освітлення кар'єра використовуються 3 прожектори з лампами ДКсТ - 10000 і повітряна ЛЕП зі світильниками [36].

5.4 Пожежна безпека

На кар'єрі забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною промислової діяльності посадових осіб та працівників підприємства. Забезпечення протипожежних заходів підприємства лягає на плечі керівників та уповноваженими ними особами [36].

На кар'єрі організовано:

- навчання робочих та працівників правилам ПБ;
- підтримання в робочому стані засобів пожарогасіння, пожежну техніку, інвентар;
- організовувати, за необхідності, підрозділ пожежної оохрони;
- своєчасне попередження охорони про непрацездатність пожежної техніки, систем пожежогасіння, водопостачання.

Важливим є правильне переміщення людей у випадку пожежі. Сумарна ширина проходів на шляху евакуації людей повинна складати не менше ніж один метр на 125 чоловік для двоповерхового будинку [36].

5.5 План ліквідації аварії

В плані ліквідації аварії передбачено:

- засоби оповіщення про аварію працюючих на участках;
- використання транспорту для швидкого вивозу людей з аварійного району;
- необхідність поступового припинення поступання електроенергії на аварійний участок;
- розміщення постів безпеки.

					03-52.2403.74.19	Арк
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перші дії з ліквідації аварії та невідкладної допомоги потерпілим виконуються негайно після виявлення її людьми чи засобами аварійної сигналізації. Головний інженер після отримання звістки про аварію негайно починає виконувати дії, що передбачені планом ліквідації аварії та контролює виконання дій працівників. План ліквідації аварії складається кожен рік головним інженером кар'єра, затверджується начальником пожежної частини та затверджується технічними працівниками за 15 днів до початку нового сезону робіт [36].

5.6 Безпека при експлуатації транспорту

Для використання автомобільного транспорту на Малинському кар'єрі потрібно керуватися Правилами дорожнього руху та правилами з охорони праці на автомобільному транспорті. Тому весь транспорт кар'єра пройшов технічний огляд, має освітлення, світлову та звукову сигналізацію тощо [40].

План та профіль автомобільних доріг на кар'єрів відповідає СНиПу 2-Д.5-72. Земляне полотно доріг відсипане щебнем на стійкому ґрунті. Ширина автодороги визначається виходячи з ширини автомобілів, кількості полос руху, просвіту між автомобілями і ширини обочин. Тому ширина дороги не менша за ширину автосамоскидів і складає більше 4 м. На кар'єрі автомобілі однакового класу і потужності не обганяють один одного. При проходженні траншей вздовж автодороги є вільний прохід шириною приблизно 1,5 м, що відповідає нормам. Через те, що дорога має схил з нахилом більше 0,06 м, то нормами передбачено площадки з нахилом не більше 0,02 м і довжиною не менше як 50 м на кожні 600 м шляху [36].

Кабіна кар'єрного автосамоскида має захисний козирьок, що захищає кабіну від шматків породи, які можуть випасти з ковша. Завантаження автомобіля проходить рівномірно та у межах його вантажопідйомності. На кар'єрі забороняється рух автосамоскиду з піднятим кузовом, переїзд через кабелі без захисного покриття. Рух автомобіля заднім ходом дозволяється на

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

відстань не більше 30 м, при цьому подається безперервний сигнал. Перевезення людей на кар'єрі здійснюється автобусами, або спеціально обладнаними грузовими машинами, а в кабіні самоскида лише з дозволу адміністрації. Посадка людей здійснюється на узбіччі дороги у спеціальних місцях. Перед початком зміни водії обов'язково проходять медогляд, на наявність у крові алкоголю, наркотичних речовин, тощо [36].

Захист працівників самоскидів від шуму, газу та пилу полягає в існуванні надійної кабіни. А захист кар'єрного повітря досягається зниженням токсичності газів пилоутворення, шуму. Для зменшення пилоутворення з автошляхів використовують гідромонітори, покращене покриття.

Навантаження сухої бурової маси екскаватором ЕКГ-5 супроводжується виділенням 500-600 мг/с пилу. Автомобільні дороги також є основними постійно діючими джерелами пилоутворення, особливо якщо їх покриття ґрунтове, щебінно-гравійне, тощо. Користування шляхами з покращеним покриттям різко зменшує здування пилу. Поверхню такого шляху потрібно регулярно очищати від просипів. Значне пилоутворення має місце при розвантаженні самоскидів, подрібненні маси в дробарних установках, різноманітних подрібнювачах породи, при роботі на відвалах [36].

Пил може діяти на організм людини фіброгенно, токсично, подразнююче, алергічно, канцерогенно тощо. Фіброгенна дія пилу більш імовірна. Основними захворюваннями при цьому є пневмоноіози, пилові бронхіти, захворювання верхніх дихальних шляхів. Найпоширюваніший вид захворювання на кар'єрі – силікоз – найтяжча форма пневмоноіозу, спричинена пилом діоксиду кремнія. Патологічний розвиток хвороби досить повільний. Характерним для силікозу є його подальший розвиток за відсутності надходження пилу в організм людини [36].

Пилогазовиділення в кар'єрах зменшують за допомогою організаційних, технологічних, інженерно-технічних заходів. До технологічних заходів слід віднести вибір оптимального режиму буріння. Стосовно термічного буріння: доцільна заміна водяного охолодження термобура і повітряного окислення на

					03-52.2403.74.19	Арк
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітряне охолодження та використання кисню для горіння. При цьому інтенсивність пиловиділення зменшується від 3 до 5 разів, а газовиділення – у 5 разів. Інженерно-технічні заходи включають якісне розсіювання шкідливих виділень, пиловловлювання, пилопридушення, нейтралізацію отруйних газів.

Найпоширенішим інженерно-технічним заходом, який зменшує виділення пилу під час виймально-навантажувальних робіт у кар'єрах, є зволоження порід у забоях. З цією метою використовують воду, за можливістю ту, яку відкачують у кар'єрах, бажано з добавками, які зменшують її в'язкість. За низької температури повітря доцільно використовувати розчин солей (наприклад, хлоридів). Для зволоження одного забою влітку потрібно до 100м³ води. Частота зволоження забою залежить від природної вологості гірської маси, температури, вологості та швидкості повітряних мас [36].

Транспортування гірської маси в кар'єрі і на зовнішні відвали супроводжується чималим пилоутворенням, найбільша інтенсивність якого спостерігається при використанні у якості транспортних засобів автосамоскидів, потужні дизельні двигуни яких також є джерелом постійних викидів отруйних речовин з вихідними газами [36].

В зниженні газовиділення при роботі дизельних двигунів важливе значення має якісне регулювання паливної системи. Для зниження токсичності газів, що виділяються транспортними засобами застосовують нейтралізацію, використовуючи водяно-паливні емульсії (добавлення води до палива), присадки для палива та нейтралізатори. Останні найбільш розповсюджені, вони бувають рідинні, каталітичні, полуневі, термокаталітичні та комбіновані. При цьому затримується сажа і частково оксиди азоту [36].

У дизельних двигунів, звісно є свої переваги перед бензиновими:

- витрата палива менша від 30 % до 50 % ;
- працює на біднішій суміші (на 1 кг палива від 18 кг до 20 кг , при малих навантаженнях та на холостому ходу до 100 кг; при 12 кг за звичайних умов та 17 КГ на холостому ходу у бензиновому);

					03-52.2403.74.19	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- ККД до 40 % (у бензинових до 27 %);
- при згорянні 1000 л пального в атмосферу виділяється табл. 5.1:

Таблиця 5.1 – Кількість сполук, що зазвичай виділяються при згорянні 1000 л пального

сполуки	ДИЗЕЛЬ	БЕНЗИН
CO	25 КГ	200 КГ
C _x H _y	8 КГ	25 КГ
NO _x	36 КГ	20 КГ
САЖА	3 КГ	1 КГ

Застосування запропонованого трикомпонентного каталітичного нейтралізатора, враховуючи його середню можливу ефективність, дозволить знизити ці показники до 4551,3 кг CO, 1160,35 кг C_xH_y, 1041,755 кг NO_x та 1,65 кг сажі. І це лиш якщо врахувати його мінімвльну ефективність.

Висновки до розділу 5

1. На Малинському каменедробильному заводі застосовані усі відомі до цього часу заходи для забезпечення охорони праці.

2. При роботі дизельних двигунів автосамоскидів зазвичай на кар'єрі у повітря при згорянні 1000 л пального виділяється 25 кг CO, 8 кг C_xH_y, 36 кг NO_x та 3 кг сажі. Враховуючи сер. можливу еф-ть КН, ці показники можна знизити до 10 кг CO, 3,6 кг C_xH_y, 10,8 кг NO_x та 1,65 кг сажі, що дасть змогу підвищити умови праці робітників, та попередити появу пневмоконіозу, пилового бронхіту, захворювання верхніх дихальних шляхів та силікозу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз роботи АТ «МКДЗ» показав, що основними шкідливими факторами на кар'єрі є, пил та отруйні гази, які викидаються у атмосферу під час транспортування гірничої маси. Під час роботи автосамоскидів у атмосферне повітря таких шкідливих речовин, як діоксид азоту NO₂, вуглець С, монооксид вуглецю СО, вуглеводні С_тН_п , викидається більше, ніж при проведенні вибухових робіт. У 2018 році обсяг шкідливих викидів (оксид вуглецю, сполуки азоту, сірчаний ангідрид, сірководень, формальдегід) від Малинського каменедробильного заводу склав 54,4 % від загальних викидів Малинського району, що дорівнює 254,341 т.

2. Взваживши переваги та недоліки існуючих методів очистки, стало ясно, що найраціональнішим вибором буде встановлення трикомпонентного каталітичного нейтралізатора з металевими стільниками, що забезпечить очищення від усіх трьох компонентів (С_хН_{2х}, NO_х , СО) та стійкість до механічних пошкоджень.

3. Розраховано ефект від запобігання втрат чистої продукції за час хвороби працюючих, зайнятих у матеріальному виробництві, який становить 20 606,24 тон.

4. Розраховано ефект від скорочення суми виплат з фондів соціального страхування за період тимчасової чи постійної непрацездатності людям, що занедужали в умовах забруднення навколишнього природного середовища, який = 19 712 грн.

5. Розраховано ефект від скорочення витрат у сфері охорони здоров'я на лікування працюючих від хвороб, викликаних забрудненням навколишнього природного середовища, що = 346 020 грн.

					03-52.2403.74.19			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яретик О. В.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ			
Перевір.		Тверда О. Я.						
Реценз.		Козлов С. С.						
Н. Контр.		Репін С. В.						
Затверд.		Ткачук К. К.						
						Літ.	Арк.	Аркушів
							72	86
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дыняк С.В., Ткачук К.К. Совершенствование технологии производства щебня. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво». 2014. № 25. С. 40-44.
2. Дедков С.П. Брюховских О.А. Распространение и осаждение пыли при взрывах в карьере. Горный журнал. 1994. № 7. С. 54-62
3. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”.
4. Закон України про охорону атмосферного повітря.
5. Буткевич Г.Р. Транспортирование скальных пород (на примере нерудного сырья). Горная промышленность. 1996. №1. С. 52–56.
6. Шевченко В. О. Стан і перспективи розвитку ринку будівельних матеріалів України. Ефективна економіка. 2014. № 3. С. 10-16. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3124>.
7. Назукін М. Ю. Особливості виробництва будівельних матеріалів та їх вплив на побудову управлінського обліку і контролю: Економічні науки. Сер. : Облік і фінанси. Київ : Талком, 2013. 14–24 с.
8. Пічугіна М. А. Аналіз стану ринку будівельних матеріалів України. Збірник наукових праць "Сучасні підходи до управління підприємством". 2016. URL: <http://spu.fmm.kpi.ua/article/view/73057/68388>.
9. Шапурін О.В., Швець Є.М., Стоялов В.В. Дослідження процесу механічного подрібнення порід у кар'єрах. Вісник КТУ. 2011. №27. С. 3-5.
10. Мальований М. С., Петрушка І. М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами : монографія. Л. : Львів. політехніка, 2012. 18 с.

					03-52.2403.74.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			
Розроб.		Яретик О. В.						
Перевір.		Тверда О. Я.						
Реценз.		Козлов С. С.						
Н. Контр.		Репін М. В.						
Затверд.		Ткачук К. К.						
					Літ.	Арк.	Арк унів	
							73	86
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			

11. Денищенко А.В., Юрченко О.О. Совершенствование транспортных комплексов гранитных карьеров. Institutional Repository National Mining University of Ukraine. 2013. URL: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/1580>.

12. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища житомирської області у 2015 році. Управління екології та природних ресурсів Житомирської обласної державної адміністрації. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 51. Арк. 7-14.

13. Білявський О. Г., Бутченко Л. І. Основи екології теорія та практикум : навч. посіб. К. : Лібра, 2014. 368 с.

14. Величко О. М., Зеркалов Д. В. Екологічний моніторинг : навч. посіб. К.: Основа, 2002. 256 с.

15. Томаков П. И., Коваленко В. С., Михайлов А. М., Калашников А. Г. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М : МГУ, 1994.

16. Бакка М. Т. Екологія гірничого виробництва : навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2004. 307 с.

17. ГОСТ 12.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М.: Изд. стандартов. 1979.-14 с.

18. РД 50-210-80. Методические указания по внедрению ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М.: Изд. стандартов, 1981,-9с.

19. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. «Защита биосферы от промышленных выбросов» М.: «Химия», «КолосС», 2005г. с.- 392.

20. Справочник по очистке природных и сточных вод/ Л.Л. Паль, Я.Я. Кару, Х.А. Мельдер, Б.Н. Репин и др. М.: «Высшая школа», 1994г.с. - 336.

21. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Часть 1. М.: Гидрометиздат, 1984. 101 с.

22. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. Недра, 1983. №3. 2 с.

					ОЗ-52.2403.74.19	Арк 74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Ефремов Э.И. Никифорова В.А., Николенко Е.В. Влияние конструкции заряда и уровня обводненности горных пород на интенсивность их дробления. Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. 2008. № 2. С. 7-13.

24. Куликов Р. В. Методи нейтралізації : навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2003. 116 с.

25. Публикация Зинчук О.А., Жадько Л.А., Зинчук Д.А. «Каталітична нейтралізація вихлопних газів автомобільних двигунів», г.Харків: ДГТУ, 2004р.

26. Величко Д. М., Зеркалов Д. В. Каталітичні нейтралізатори : навч. посіб. К.: Основа, 2002. 256 с.

27. Екологія і закон. Екологічне законодавство України у двох томах. Відповід. ред. В. І. Андрейцев – Т. 1. – 1998. – 576 с. – Т. 2. – 1998. – 702 с. Мазур И.И., Молдованов И.О. «Курс инженерной экологии» М.: «Высшая школа», 2001г. с.- 510.

28. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов: ЗАО «НИПИОТСТРОМ»: Новороссийск. ННУ, 2000. 115 с.

29. Захарченко О. П. «Сучасні методи очисти вихлопних газів», М.: «Хімія», 1985г.с.-256.вів: Світ, 2000. – 493 с..

30. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – 2-ге вид. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 284 с.

31. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні. – К.: Мін. охорони навкол. природн. середовища, 2000. – 184 с.

32. Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования. Харьков. 1997г.

33. Н.Л. Зайцев «Экономика промышленного предприятия» М.: «Инфра-М», 2007г., с.- 416.

					03-52.2403.74.19	Арк 75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

34. Э.В. Гурусов, С.Н. Бобылев, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурных «Экология и экономика природопользования» М.: «ЮНИТИ-ДАНА», 2007г., с.-519.

35. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся у выбросах предприятий. Л.: Гидрометиздат, 1987. - 92 с.

36. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. «Технологические процессы экологической безопасности» Изд. 3-е. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000г.с. - 800.

					03-52.2403.74.19	Арк
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1 – Порівняння особливостей різних систем та методів нейтралізації шкідливих речовин вихлопних газ

Особливості		Каталітичний	Термічний нейтралізатор	Рідинний	EGR	SCR
Ефективність очищення від	NO ₂	70 - 99 %	0%	50 - 70 %	50%	80 - 100 %
	C _x H _{2x}	55 - 99%	50	0%	0%	50 - 90 %
	CO	60 - 100%	50 - 60 %	0%	0%	50 - 90 %
	сажі	45 - 100 %	0 - 50 %	60 % - 80 %	додатковим фільтром на 10 %	30 - 50 %
Витрата палива		не впливає	збільш на 15 %	не змінюється	збільшується на 3 - 6 %	зменш на 3 - 30 %
Витрати на тех. обсл.		не змінюються	не змінюються	збільшуються	збільшуються	збільшуються
Потреба у викор. дод. реагентів		ні	ні	так	ні	AdBlue
Можливість встановити на кар'єрні самоскиди		так	можливо	так	ні	ні
Вплив Т°С чи вологості НС на еф-сть роботи машини		ні	пожежо- небезпечний	менша Т° - інтенсивніше очищення: розчин може замерзати	ні	більша вологість - менше витрата; вище Т - більша витрата; замерзає при -11,5°С
Складність конструкції		проста для диз. двигунів	займає багато місця в моторному відсіку	великі габарити	простіша за SCR	складніша за EGR

					03-52.2403.74.19		
					Додаток А		
					Літера Маса Масшт		
					Аркш 77 Аркш 86		
					КП ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		

Зм.	Док.	Док.	Підпис	Дат
Разроб	Яреник О. В.			
Перевір	Тварда О. Я.			
Н. кнтр.	Ренні М. В.			
Затверд.	Ткачук К. К.			

Таблиця Б.1 – Отримані дані розрахунку викидів шкідливих речовин

Назва речовини	При транспортуванні ґрунтового шару		При транспорт. розкривних робіт		На видобувних роботах		Усього викидів	
	Обсяги викидів забр. речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Без встановлення КН, кг/рік	У разі встановлення КН, кг/рік
CO	22	6,05	30	8,25	16500	4 537,50	16 552	4 551,30
C _x H _y	5	1,15	90	20,7	4950	1 138,50	5 045	1 160,35
NO _x	1	0,155	120	18,6	6600	1 023	6 721	1 041,76
усього шкідливих речовин							28 318	6 753,41

						03-52.2403.74.19		
						Додаток Б		
Зм.	Арх.	Докум.	Підпис	Дат		Літера	Маса	Масшт
Розроб.		Яреник О. В.						
Перевір.		Тварда О. Я.						
Н. кнтр.		Ренін М. В.				Аркш 78	Аркш 86	
Затверд.		Ткачук К.К.						

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Дипломний проєкт
бакалаврського рівня вищої освіти

**АТ «Малинський каменедробильний завод»
з модернізацією системи очистки вихлопних газів
автотранспортного комплексу**

- Виконала студентка гр. ОЗ-52, Яретик О. В.
- Керівник доцент, к. т. н. Тверда О. Я.

Київ-2019

						ОЗ-52.2403.74.19					
						Додаток В	Літера		Маса	Масшт.	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат							
Розроб.		Яретиш О. В.									
Перевір.		Тверда О. Я.									
							Аркш. 79		Аркшів 86		
Н. кнтр.		Ретин М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського. ІЕЕ					
Затверд.		Ткачук К.К.									

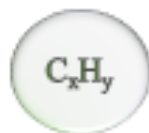
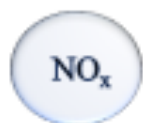
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТУ

- **Об'єкт:** забруднення атмосферного повітря вихлопними газами автотранспортом на кар'єрі
- **Предмет:** зменшення рівня забруднення атмосферного повітря в робочій зоні кар'єру
- **Мета:** модернізація транспортного комплексу на ВАТ «Малинський каменедробильний завод».
- **Задачі:**
 - провести аналіз впливу ВАТ Малинського каменедробильного заводу на довкілля;
 - провести оцінку існуючих підходів знешкодження чи попередження шкідливих речовин вихідних газів автотранспорту;
 - обґрунтувати вибір підходу щодо вирішення даної проблеми;
 - розрахувати еколого-економічний ефект запропонованих впроваджень.

						03-52.2403.74.19					
						Продовження додатку В	Літера		Маса	Масшт	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат							
Розроб.		Ярстик О. В.									
Перевір.		Твердох О. Я.									
							Аркш 80		Аркшів 86		
							КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ				
Н. кнтр.		Ротні М. В.									
Затверд.		Ткачук К.К.									



ОЦІНКА ВПЛИВУ АТ «МКДЗ» НА ДОВКІЛЛЯ



- Зростаючі масштаби дії автомобільного транспорту на природну сферу висунули автомобільний транспорт у ряд найбільш екологічно небезпечних наслідків діяльності людини. Так і на Малинському каменедробильному заводі автосамоскиди викидають у атмосферне повітря тонни шкідливих (діоксид азоту NO_2 , вуглець C , монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_xH_y), речовин за рік, які впливають не лише на стан навколишнього середовища, а й на працездатність робітників. За кількістю вони перевищують викиди при вибухових роботах.
- Аналіз сучасного стану та впливу на навколишнє середовище Малинського каменедробильного заводу показав, що завод потребує модернізації транспортного комплексу.



						03-52.2403.74.19			
						Продовження додатку В	Літера	Маса	Масшт
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Яреник О. В.							
Перевір.		Товрда О. Я.							
							Аркш 81	Аркш 86	
Н. кнтр.		Репін М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Затверд.		Ткачук К. К.							

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗУВАННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ

Розглянуто різні види нейтралізації:

- Термічну;
- Полум'яну;
- Рідинну;
- Каталітичну;

та системи нейтралізації:

- селективної каталітичної нейтралізації SCR;
- рециркуляції вихлопних газів з використанням фільтру від сажі EGR

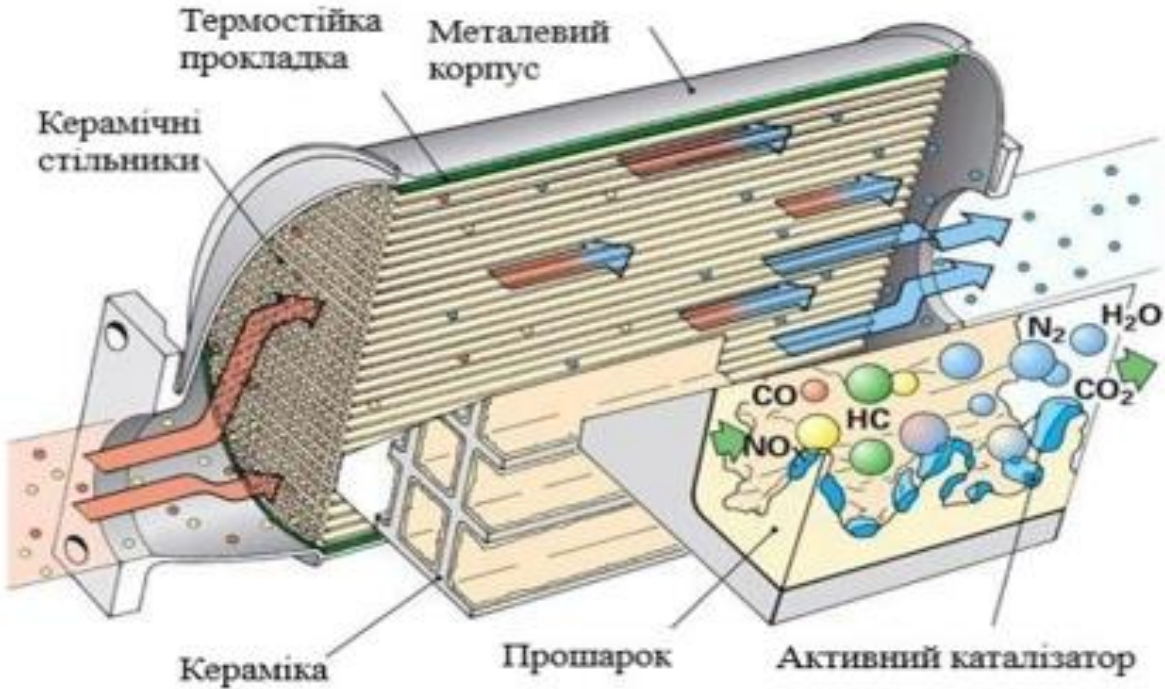
						03-52.2403.74.19					
						Продовження додатку В	Літера		Маса	Масит	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат							
Розроб.		Яреник О. В.									
Перевір.		Тверда О. Я.									
							Аркш 82		Аркш 86		
Н. кнтр.		Ретін М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського. ІЕЕ					
Затверд.		Ткачук К.К.									

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ

Особливості		Каталітичний	Термічний нейтралізатор	Рідинний	EGR	SCR
Ефективність очищення від	NO ₂	70 - 99 %	0%	50 - 70 %	50%	80 - 100 %
	C _x H _{2x}	55 - 99%	50	0%	0%	50 - 90 %
	CO	60 - 100%	50 - 60 %	0%	0%	50 - 90 %
	сажі	45 - 100 %	0 - 50 %	60 % - 80 %	додатковим фільтром на 10 %	30 - 50 %
Витрата палива		не впливає	збільшає на 15 %	не змінюється	збільшується на 3 - 6 %	зменшає на 3 - 30 %
Витрати на тех. обл.		не змінюються	не змінюються	збільшуються	збільшуються	збільшуються
Потреба у викор. дод. реагентів		ні	ні	так	ні	AdBlue
Можливість встановити на кар'єрні самоскиди		так	можливо	так	ні	ні
Вплив Т°С чи вологості НС на еф-сть роботи машини		ні	пожежо- небезпечний	менша Т° - інтенсивніше очищення; розчин може замерзати	ні	більша вологість - менше витрата; нижче Т - більша витрата; замерзає при -11,5°С
Складність конструкції		проста для диз. двигунів	займає багато місця в моторному відсіку	великі габарити	простіша за SCR	складніша за EGR

					03-52.2403.74.19			
					Продовження додатку В	Літера	Маса	Масит
Зм.	Арх.	Докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Яреник О. В.						
Перевір.		Тюраа О. Я.						
						Аркш. 83	Аркшів 86	
Н. китр.		Ренін М. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Затверд.		Ткачєв К. К.						

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ КАТАЛІТИЧНОГО НЕЙТРАЛІЗАТОРА



Принцип будови каталітичного нейтралізатора

					03-52.2403.74.19		
Зм.	Арх.	Докум.	Підпис	Дат	Продовження додатку В		
Розроб.	Яремчук О. В.						
Перевір.	Товариш О. Я.				Літера		
					Маса		
					Масшт		
					Аркш 84		
					Аркш 86		
Н. кнтр.	Регін М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Затверд.	Ткачук К. К.						

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Назва речовини	При транспортуванні ґрунтового шару		При транспорт. розкривних робіт		На видобувних роботах		Усього викидів	
	Обсяги викидів забр. речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. Речовини без КН, кг/рік	Обсяги викидів забр. речовини з КН, кг/рік	Без встановлення КН, кг/рік	У разі встановлення КН, кг/рік
CO	22	6,05	30	8,25	16500	4 537,50	16 552	4 551,30
C _x H _y	5	1,15	90	20,7	4950	1 138,50	5 045	1 160,35
NO _x	1	0,155	120	18,6	6600	1 023	6 721	1 041,76
усього шкідливих речовин							28 318	6 753,41

* КН – каталітичний нейтралізатор

					03-52.2403.74.19			
					Продовження додатку В	Літера	Маса	Масит
Зм.	Арх.	Даким.	Підпис	Дат				
Розроб.		Яреник О. В.						
Перевір.		Тюра О. Я.						
						Аркш. 85	Аркшів 86	
Н. кнтр.		Ренін М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Затверд.		Ткачєв К. К.						

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз показав, що:

- Основними шкідливими факторами на кар'єрі є отруйні гази, що виділяються у атмосферу під час транспортування гірничої маси автосамоскидами.
- Найбільш ефективно мінімізувати шкідливі викиди від автосамоскидів можна, встановивши у їх систему двигуна каталітичний нейтралізатор.
- Рационально буде встановити сучасний трикомпонентний каталітичний нейтралізатор з металевими стільниками під правильним кутом, що дасть змогу збільшити тривалість його служби та підвищити ефективність нейтралізації до 99%.
- Результати дослідження доводять, що екологічний ефект (при врахуванні лише середніх показників ефективності каталітичного нейтралізатора) полягає у зменшенні шкідливих речовин у атмосферу з 28 318 кг/рік до 6753 кг/рік. А економічний ефект виражається у покращенні умов праці робітників, що заощаджує близько 350 тис. грн/рік.

						03-52.2403.74.19			
						Продовження додатку В	Літера	Маса	Масшт.
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат.					
Розроб.		Яреник О. В.							
Перевір.		Товрда О. Я.							
							Аркш. 86	Аркшів. 86	
Н. кнтр.		Ретин М. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Затверд.		Ткачук К. К.							